

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
RECURSOS GENÉTICOS E VEGETAIS**

**COMPORTAMENTO VITI-ENOLÓGICO DA VIDEIRA (*Vitis
vinifera* L.) DE VARIEDADES AUTÓCTONES ITALIANAS
NA REGIÃO DOS CAMPOS DE PALMAS EM ÁGUA DOCE –
SC – BRASIL**

LUCIANE ISABEL MALINOVSKI

**Florianópolis-SC
Março/2013**

Luciane Isabel Malinovski

**COMPORTAMENTO VITI-ENOLÓGICO DA VIDEIRA (*Vitis
vinifera* L.) DE VARIEDADES AUTÓCTONES ITALIANAS
NA REGIÃO DOS CAMPOS DE PALMAS EM ÁGUA DOCE –
SC - BRASIL**

Tese submetida ao Programa de Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal de Santa Catarina, para obtenção de Título de Doutor em Ciências, área de concentração Recursos Genéticos Vegetais.

**Orientador: Prof. Dr. Aparecido Lima
da Silva**

**Florianópolis
Março/2013**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Malinovski, Luciane Isabel

Comportamento viti-enológico da videira (*Vitis vinifera* L.) de variedades autóctones italianas na região dos Campos de Palmas em Água Doce - SC - Brasil / Luciane Isabel Malinovski ; orientador, Aparecido Lima da Silva - Florianópolis, SC, 2013.
255 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais.

Inclui referências

1. Recursos Genéticos Vegetais. 2. Fenologia. 3. .
Maturação da uva. 4. Vinho. 5. Ecofisiologia. I. Silva, Aparecido Lima da. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. III. Título.

**Comportamento viti-enológico da videira (*Vitis vinifera* L.)
de variedades autóctones italianas na região dos Campos de
Palmas em Água Doce – SC – Brasil**

por

Luciane Isabel Malinovski

Tese julgada e aprovada em 27/03/2013, em sua forma final, pelo Orientador e membros da Banca Examinadora, para obtenção do título de “Doutor em Ciências, Área de Concentração Recursos Genéticos Vegetais”, no Programa de Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, CCA/UFSC.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Aparecido Lima da Silva (Presidente/Orientador)

Prof^a.Dr^a. Marilde T. Bordignon (Titular/UFSC- CCA/CAL)

Prof. Dr. Leocir Welter (Titular/ UFSC-Curitibaños)

Prof^a. Dr^a. Rosete Pescador (Titular/ UFSC - CCA)

Dr. Marco Antônio Dal Bó (Titular/ Epagri -Videira-SC)

Prof. Dr. Miguel Pedro Guerra (Titular/ UFSC - CCA)

Prof. Dr. Rubens Onofre Nodari (Coordenador do Programa)

Florianópolis, 27 março de 2013.

*Dedico este trabalho:
A minha Maravilhosa Família,
E a todos no Núcleo de Estudos
da Uva e do Vinho – UFSC.*

AGRADECIMENTOS

A DEUS pelo Dom da Vida!

Aos meus pais, Jorge e Nasaret, irmãos Rafael e Ricardo, cunhadas Ludmila e Chrystiane, e sobrinhos Valentina, Bernardo e Lorena, pelo amor incondicional, carinho e incentivo.

Ao Bruno, meu companheiro, meu amigo, agradeço-lhe por fazer parte da minha vida, e por todo o apoio e amor dedicados a mim!

A minha amada “Vovó Lúdia”, pelas palavras de experiência, conselhos e muitos momentos de felicidade!

“Meu mundo não teria razão se não fossem vocês!”

Ao meu orientador Aparecido Lima da Silva, que com todo o respeito que lhe devo, me proporcionou confiança, franca amizade, apoio científico e valiosa orientação na elaboração desta Tese.

“Seus ensinamentos sempre serão lembrados!”

Aos professores da Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, por todo o embasamento teórico e prático, em especial aos professores Miguel Pedro Guerra e Rosete Pescador pelas valiosas considerações e disponibilidade para concretização deste trabalho.

Ao Dr. José Afonso Voltolini por desenvolver e implantar o Projeto “Tecnologias para o desenvolvimento da vitivinicultura catarinense”, pois a partir desse foi possível a realização da presente Tese.

Ao Dr. Leocir Welter, Nelson Feldberg, Claudia Campos e Emilio Brighenti, por todos os ensinamentos científicos e preciosas trocas de experiências.

Aos companheiros e amigos do NEUVIN, em especial Marcelo Borghezán, Alberto Brighenti, Tatiane Silva, Larissa Villar, Suzeli Simon, Gabriela Vanderlinde, Ricardo Cipriani, Ricardo Allebrandt pelos auxílios e por toda a contribuição para realização deste trabalho.

A professora Marilde Bordignon, e as colegas do CAL/UFSC, Vivian Burin, Nayla Ferreira e Carol Panceri pela ajuda nas análises químicas.

A Dra. Eliana Gris por todos os conselhos científicos, e preciosas indicações os quais muito contribuíram para conhecer maravilhosas pessoas em Trento/Itália.

Ao Luiz Pacheco, técnico do laboratório de Morfogênese e Bioquímica vegetal, pelo carinho, palavras de sabedoria e grandiosos auxílios.

A Bernadete, secretária do curso de Pós-Graduação -RGV, pela amizade e favores prestados.

Aos amigos André Luiz Jaskiw (*in memoriam*), Camila Malinovski, Letícia Dias, Maria da Graça Socas, Analice Meurer, Poliana Francescato, Fernanda Gavioli, pelo imenso carinho, apoio, inestimável amizade e maravilhosos momentos vividos juntos.

A vinícola Villagio Grando, por terem permitido a realização deste trabalho, em especial ao Alessandro Paviani por todo apoio a campo.

A CAPES, pelo apoio financeiro no Brasil e na Itália.

A Universidade Federal de Santa Catarina e a Fondazione Edmund Mach – Istituto Agrário di San Michele all’Adige, pelo ensejo de aperfeiçoar minha formação profissional.

Ringrazio il Dott. Marco Stefanini, per avermi dato la possibilità di svolgere il mio stage presso il suo gruppo di ricerca, per tutti gli insegnamenti, l’attenzione e per l’esempio professionale.

Vorrei ringraziare il Dott. Duilio Porro, il Dott. Stefano Pedò e il Dott. Roberto Zorer, per l’attenzione e per il sostegno che non mi hanno fatto mai mancare.

Desidero ancora ringraziare il Dott. Fulvio Mattivi, per la disponibilità ad eseguire le analisi dei vini presso nel suo laboratorio, e il tecnico Daniele Perenzoni per gli utili insegnamenti.

Un particolare e sincero ringraziamento a Lucio Bortolotti, per avermi accolta nella vostra famiglia, per i preziosi valori culturali e gli insegnamenti di italiano, e per portarmi in alcuni dei posti più belli del mondo!

Infine, ringrazio di cuore tutti gli amici italiani/brasiliani: Glaucia Bonfim, Thabata Coaglio, Patricia Silveira, Paula Poncetta, e anche le care persone che ho incontrato in questo soggiorno in Itália, in particolare: Silvia Battutta, Christian e Vicky Businaro, Dom Carlo, Giuseppe Fazio, Cintia Battiato, Sara Venturelli, Alessandro Darra, grazie per i momenti piacevoli trascorsi insieme, le tante risate, per l'amicizia, l'affetto, la forza e la cordialità.

“Ho vissuto alcuni dei momenti più belli della mia vita insieme a voi! Grazie immensamente!”

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação e concretização desta Tese.

*“Il vero viaggio di scoperta non
consiste nel cercare nuove terra
ma nell’aver nuovi occhi”.*
(Marcel Proust)

*"O vinho alegra o coração
do homem, e a alegria é
a mãe de todas as virtudes."*
(Von Goethe)

COMPORTAMENTO VITI-ENOLÓGICO DA VIDEIRA (*Vitis vinifera* L.) DE VARIEDADES AUTÓCTONES ITALIANAS NA REGIÃO DOS CAMPOS DE PALMAS EM ÁGUA DOCE – SC – BRASIL

RESUMO

A vitivinicultura catarinense vem conquistando forte espaço no cenário nacional, principalmente, nas zonas acima de 900 metros ao nível do mar (regiões consideradas de elevada altitude no Estado de Santa Catarina). Essas localidades caracterizam-se pela recente e moderna produção de uvas e elaboração de vinhos. As condições climáticas destas regiões proporcionam microclima especial para a vitivinicultura deslocando o ciclo fenológico e diferenciando a qualidade da uva produzida. No entanto, o conhecimento peculiar de novas variedades, que apresentem potencialidade para a produção de vinhos de qualidade são estudos indispensáveis e fundamentais. Com este intuito, o presente trabalho de tese teve por objetivo caracterizar o clima e o comportamento vitícola e enológico de variedades autóctones italianas na região dos Campos de Palmas em Água Doce-SC, durante os ciclos fenológicos 2009/10 e 2010/11. A área experimental localizava-se na Vinícola Villaggio Grando, a 1300 metros de altitude ao nível do mar. O vinhedo foi implantado em 2006, com espaçamento 1,5 x 3,0 metros e sistema de condução tipo espaldeira. Foram avaliadas 12 variedades de videira, sendo as tintas: Aglianico, Ancellotta, Lambrusco, Malvasia Nera, Negro Amaro, Nero d'Avola, Primitivo, Sangiovese e Rebo; e as brancas: Fiano, Garganega e Vermentino. Os dados climáticos foram obtidos através de estações meteorológicas da Epagri/CIRAM. Os principais estádios fenológicos estudados foram à brotação, floração, maturação e maturação completa (colheita). A maturação tecnológica das uvas foi monitorada a partir do estágio de mudança de cor das bagas. Na colheita realizaram-se estudos qualitativos e produtivos das uvas. Os vinhos provenientes das variedades com bom desempenho a campo foram microvinificados, e realizada a caracterização fenólica. Para a variedade Sangiovese, realizaram-se estudos ecofisiológicos, onde se desenvolveu uma equação matemática para estimar a área foliar através de método direto e não destrutivo. Ainda com essa variedade, analisou-se a atividade fotossintética de folhas individuais na

maturação e na colheita. Os dados climáticos demonstraram que o ciclo 2009/10 apresentou temperaturas médias superiores em relação ao ciclo 2010/11 e as normais climatológicas locais. As condições climáticas da região de estudo evidenciaram boa disponibilidade térmica para o desenvolvimento fenológico das variedades estudadas. No entanto, durante os ciclos avaliados ocorreu o fenômeno do “*El Niño*”, e como consequência, o volume de pluviométrico foi acima das normais climatológicas. As variedades Ancellotta, Sangiovese, Rebo e Vermentino apresentaram nos dois ciclos estudados, uvas de qualidade para vinificação. Os vinhos provenientes das variedades Rebo, Sangiovese e Vermentino apresentaram boas concentrações fenólicas. Para a estimativa da área foliar da variedade de videira Sangiovese, recomenda-se a utilização da soma do comprimento das nervuras laterais. A atividade fotossintética das folhas da variedade Sangiovese foi crescente até o ponto de saturação de radiação, definido de $1000 \mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Essa variedade apresentou área foliar e taxas de assimilação de CO_2 adequadas, produzindo uvas com boa qualidade enológica. Esses resultados demonstram que durante os ciclos 2009/10 e 2010/11, a região estudada apresenta potencial para produção de uvas destinadas a elaboração de vinhos finos. As variedades Rebo e Sangiovese (tintas) e Vermentino (branca) se destacam pelo potencial produtivo, vitícola e enológico demonstrando boa adaptação à região dos Campos de Palmas em Água Doce – SC.

Palavras-Chave: viticultura, clima, adaptação de variedades, fenologia, maturação da uva, vinhos, compostos fenólicos, área foliar, fotossíntese.

VITICULTURAL AND ENOLOGICAL BEHAVIOR OF GRAPEWINE (*Vitis vinifera* L.) ITALIAN NATIVE VARIETIES IN CAMPOS DE PALMAS REGION IN ÁGUA DOCE – SANTA CATARINA STATE – BRAZIL

ABSTRACT

The viticulture of Santa Catarina has gained considerable attention in the national scenery, mainly in regions at 900 meters above sea level which is considered a high elevation area for Santa Catarina State. These particular regions are characterized for the recent and modern grape production and excellent quality wines. The climatic conditions of the region provide a special microclimate for the viticulture, growing by changing the phenological cycle and highlighting the grape quality. However, it is indispensable and fundamental to recognize and characterize the potentiality of the new varieties to produce high quality wines. The main goal of this thesis was to characterize climate and viticultural and enological behavior of native Italian varieties in the region of Campos de Palmas in Agua Doce, SC, Brazil during 2009/10 and 2010/11 seasons. Field experiments were carried out in a private vineyard Villagio Grando Winery, located 1300 meters above sea level. The vineyard was planted in 2006 with 1.5 x 3.0 meter spacing and trained to a vertical trellis system. Nine red varieties: Aglianico, Ancellotta, Lambrusco, Malvasia Nera, Negro Amaro, Nero d'Avola, Primitivo, Sangiovese and Rebo, and three white varieties: Fiano, Garganega and Vermentino were analyzed. Climatic data were provided by meteorological stations belonging to Epagri/CIRAM. Budburst, blooming, *véraison* and harvest were the main phenological stages evaluated. Technological maturation of grapes was monitored from the beginning of berry coloring event. At harvest qualitative and productive studies were evaluated. Wine microvinifications and phenolic characterization were done on the best performed and field adapted varieties. Ecophysiological studies were carried out using the variety Sangiovese, and a mathematic equation was developed to estimate leaf area through direct and non-destructive method. Also, photosynthetic activity of individual 'Sangiovese' leaves was

analyzed during *véraison* and harvest. The 2009/10 season showed higher mean temperatures whether compared to both 2010/11 season and climate normals. The climatic conditions of Água Doce, SC evidenced great thermal condition for phenological development of the varieties assessed. However, both seasons were affected by the *El Niño* phenomenon and, as a result, precipitation was above climate normals. ‘Ancellota’, ‘Sangiovese’, ‘Rebo’ and ‘Vermentino’ varieties provided great quality grapes for vinification in both seasons. Wines derived from the varieties Rebo, Sangiovese and Vermentino varieties showed good phenolic concentrations. The sum of the lengths of lateral veins is recommended in order to estimate ‘Sangiovese’ leaf area. Photosynthetic activity of ‘Sangiovese’ leaves increased up to light saturation point ($1000 \mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$). This particular variety showed adequate leaf area and CO_2 assimilation rates to provide grapes with great enological quality. Considering the results presented during seasons 2009/10 and 2010/11 the region issued shows great potential for the production of fine wine grapes. The red varieties Rebo and Sangiovese and the white Vermentino are considered outstanding varieties with good adaptation to the region Campos de Palmas in Água Doce, SC, Brazil due to their yield, viticultural and enological potential.

Keywords: viticulture, climate, variety adaptation, phenology, grape ripening, wines, phenolic compounds, leaf area, photosynthesis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Região de Campos de Palmas.	42
Figura 1.2. Mapa do Estado de Santa Catarina com o Zoneamento agrícola para o cultivo de <i>Vitis vinifera</i> L.: Zona Preferencial I (Azul); Zona preferencial II (Verde).	42
Figura 1.3. Área Experimental no vinhedo de Água Doce - SC.. ...	43
Figura 1.4. Desenvolvimento da baga da uva. (A) Demonstração das três fases do período da maturação (KENNEDY; MATTHEWS; WATERHOUSE, 2000). (B) Evolução físico-química da uva durante a maturação das uvas.	66
Figura 2.1. Anomalias (1961 – 2011) das médias da temperatura máxima mensal e o desvio padrão, durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (<i>Vitis vinifera</i> L), na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.	85
Figura 2.2. Anomalias (1961 – 2011) das médias da temperatura média mensal e o desvio padrão, durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (setembro a abril), na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.	86
Figura 2.3. Anomalias (1961 – 2011) das médias da temperatura mínimas e o desvio padrão, durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (<i>Vitis vinifera</i> L.), na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.....	86
Figura 2.4. Médias mensais da temperatura máxima do ar (°C), das normais climatológicas (1961 a 2011) e dos ciclos 2009/10, 2010/11, durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (<i>Vitis vinifera</i> L.), na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.	88
Figura 2.5. Médias mensais da temperatura média do ar (°C), das normais climatológicas (1961 a 2011) e dos ciclos 2009/10, 2010/11, durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (<i>Vitis vinifera</i> L.), na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.	88
Figura 2.6. Médias mensais da temperatura mínima do ar (°C), das normais climatológicas (1961 a 2011) e dos ciclos 2009/10, 2010/11,	

durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (*Vitis vinifera* L.), na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.89

Figura 2.7. Amplitudes térmicas (°C) das normais climatológicas (1961 a 2011) e dos ciclos 2009/10, 2010/11, durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (*Vitis vinifera* L.), na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.....90

Figura 2.8. Anomalias dos índices bioclimáticos (1961 – 2011) e o desvio padrão, dos ciclos 2009/10, 2010/11, na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.91

Figura 2.9 Acúmulo mensal da precipitação (Prec.) e umidade relativa do ar (UR) das normais climatológicas (1961 a 2011) e dos ciclos 2009/10, 2010/11, durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (*Vitis vinifera* L.), na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.93

Figura 2.10. Acúmulo térmico médio (GDD) durante os principais estádios fenológicos das 12 variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) avaliadas nos ciclos 2009/10 e 2010/11, na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.99

Figura 2.11. Caracterização fenológica: brotação (A) e colheita (B) das 12 variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) avaliadas, nos ciclos 2010/09 e 2010/11, em relação às variedades Chardonnay, Merlot e Cabernet Sauvignon, na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.101

Figura 3.1. Análise de Componentes Principais realizada com a composição química das uvas das 12 variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) avaliadas na colheita do ciclo 2009/10, com os teores de sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez total titulável (ATT) e antocianinas monoméricas totais (AMT) e polifenóis totais (PT), na região de Campos de Palmas em Água Doce-SC.132

Figura 3.2. Análise de Componentes Principais realizada com a composição química das uvas das 12 variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) avaliadas na colheita do ciclo 2010/11, com os teores de sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez total titulável (ATT) e antocianinas monoméricas totais (AMT) e polifenóis totais (PT), na região de Campos de Palmas em Água Doce-SC.133

Figura 4.1. Análise de Componentes principais (PCA) das análises fenólicas dos vinhos das variedades Rebo, Sangiovese e Vermentino, provenientes das safras 2010 e 2011, produzidos na Região de Campos de Palmas em Água Doce – SC.....	164
Figura 4.2. Cluster hierárquico dos compostos fenólicos dos vinhos das variedades Rebo, Sangiovese e Vermentino, provenientes das safras 2010 e 2011, produzidos na Região de Campos de Palmas em Água Doce – SC.....	165
Figura 5.1. Principais dimensões das nervuras do limbo foliar da videira, variedade Sangiovese, utilizadas para determinar a equação matemática pelo método não-destrutivo. NC – nervura central; NLE – nervura lateral esquerda; NLD – nervura lateral direita.	174
Figura 5.2. Relação da área foliar real (cm ²) e o comprimento (cm) da nervura principal das folhas da videira (<i>Vitis vinifera</i> L.), variedade Sangiovese, produzida na região de Campos de Palmas em Água Doce-SC.....	178
Figura 5.3. Relação entre a relação da área foliar real (cm ²) e a soma das nervuras laterais esquerdas e direitas, das folhas da videira (<i>Vitis vinifera</i> L.), variedade Sangiovese, produzida na região de Campos de Palmas em Água Doce-SC.	178
Figura 5.4. Curva de resposta das taxas fotossintéticas (A) em resposta densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA), em folhas individuais da videira (<i>Vitis vinifera</i> L.) variedade Sangiovese, durante a safra 2012 (ciclo 2011/12), produzida na região de Campos de Palmas em Água Doce-SC.	180

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Duração dos ciclos fenológicos (dias) e acúmulo térmico (GDD) das 12 variedades de videira (<i>Vitis vinifera</i> L.) avaliadas nos ciclos 2009/10 e 2010/11, na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.	95
Tabela 2.2. Datas e extensão dos eventos fenológicos (dias) das 12 variedades de videira (<i>Vitis vinifera</i> L.) avaliadas nos ciclos 2009/10 e 2010/11, na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC. ...	97
Tabela 3.1. Parâmetros climáticos, correspondente aos ciclos 2009/10 e 2010/11, e as normais climatológicas (NC), durante o período de maturação e colheita da uva das 12 variedades de videira (<i>Vitis vinifera</i> L.) avaliadas, na região de Campos de Palmas em Água Doce-SC.....	118
Tabela 3.2. Duração (dias) e o acúmulo térmico (GDD) durante o período de maturação e colheita da uva das 12 variedades de videira (<i>Vitis vinifera</i> L.) avaliadas nos ciclos 2009/10 e 2010/11, na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.....	119
Tabela 3.3. Datas da ocorrência do início da maturação e da colheita da uva das 12 variedades de videira (<i>Vitis vinifera</i> L.) avaliadas nos ciclos 2009/10 e 2010/11, na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.	120
Tabela 3.4. Composição físico-química da uva na colheita e os valores médios de referência (VR), das 12 variedades de videira (<i>Vitis vinifera</i> L.) avaliadas nos ciclos 2009/10 e 2010/11, na região de Campos de Palmas em Água Doce – SC.....	123
Tabela 3.5. Composição fenólica da uva na colheita e os valores médios de referência (VR), das 12 variedades de videira (<i>Vitis vinifera</i> L.) avaliadas nos ciclos 2009/10 e 2010/11, na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.	124
Tabela 3.6. Índices de produtividade das 12 variedades de videira (<i>Vitis vinifera</i> L.) avaliadas nos ciclos 2009/10 e 2010/11, na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.....	130

Tabela 4.1. Conteúdo de compostos Flavan-3-óis e Flavonóis dos vinhos das variedades Rebo, Sangiovese e Vermentino, provenientes das safras 2010 e 2011, produzidos na Região de Campos de Palmas em Água Doce – SC.151

Tabela 4.2. Conteúdo de Antocianinas dos vinhos das variedades Rebo, Sangiovese e Vermentino, provenientes das safras 2010 e 2011, produzidos na Região de Campos de Palmas em Água Doce – SC.155

Tabela 4.3. Conteúdo de Ácidos Hidroxicinâmicos, Estilbenos e Polifenóis Totais dos vinhos das variedades Rebo, Sangiovese e Vermentino, provenientes das safras 2010 e 2011, produzidos na Região de Campos de Palmas em Água Doce – SC.....160

Tabela 5.1. Área foliar por ramo, por planta e por hectare, produção e qualidade da uva da videira (*Vitis vinifera* L.), variedade Sangiovese, da safra 2012 (ciclo 2011/12), produzida na região de Campos de Palmas em Água Doce-SC.....181

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Σ = Somatório

A = Taxa fotossintética líquida

ACP = Análise de componentes principais

AF = Área foliar

AMT = Antocianinas monoméricas totais

ATT = Acidez titulável total

BBCH = Biologische Bundesanstalt Bundessortenamt Chemise

CIRAM = Centro de Informações de Recursos Ambientais
e de hidrometeorologia

CLAE = Cromatografia líquida de alta eficiência

DAD = Detector de diodos

DP = Desvio padrão

DDFFA = Densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos

EMBRAPA = Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPAGRI = Empresa Brasileira Agropecuária e Extensão Rural
de Santa Catarina

g = grama

GAE = Ácido gálico

GD = Graus-Dias

GDD = Growing degree days

GL = Gay Lussac

ha = Hectare

IBRAVIN = Instituto Brasileiro do Vinhos

IH = Índice Huglin

IW = Índice de Winkler

k = Coeficiente de correção por latitude

kg = Quilograma

L = Litro

m = metros

mg = miligrama

mL = mililitro

NC = Nervura Central

NLD = Nervura lateral direita

NLE = Nervura lateral esquerda

°Brix = Grau Brix

OIV = Organization Internationale de la Vigne et Du Vin

PT = Polifenóis Totais

R = coeficiente de correlação

RFA = Radiação fotossinteticamente ativa

SC = Estado de Santa Catarina

SST = Sólidos solúveis totais

ST = Soma Térmica

T = Temperatura

ton = Tonelada

UV = Ultra-violeta

UVIBRA = União Brasileira de Viticultura

å = Coeficiente de absorvidade molar

µL = microlitro

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	31
OBJETIVOS	37
Objetivo geral	37
Objetivos específicos.....	37
CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	41
1.1 Região do estudo	41
1.2 A Videira	43
1.3 Variedades de videira avaliadas - Tintas.....	44
1.3.1 Aglianico.....	44
1.3.2 Ancellotta.....	45
1.3.3 Lambrusco Grasparossa	46
1.3.4 Malvasia Nera	46
1.3.5 Negro Amaro	47
1.3.6 Nero d'Avola	48
1.3.7 Primitivo	48
1.3.8 Rebo	49
1.3.9 Sangiovese	50
1.4 Variedades de videira avaliadas - Brancas.....	51
1.4.1 Fiano	51
1.4.2 Garganega	52
1.4.3 Vermentino	52
1.5 Fenologia da videira	53
1.6 Influências climáticas na viticultura	55
1.7 Comportamento ecofisiológico	60
1.7.1 Área foliar e fotossíntese	60
1.8 Maturação das uvas.....	64
1.9 Principais compostos presentes nas uvas e nos vinhos	67
1.9.1 Açúcares.....	68
1.9.2 Ácidos orgânicos.....	69

1.9.3	Compostos fenólicos	70
CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA E REQUERIMENTO TÉRMICO DE 12 VARIEDADES AUTÓCTONES ITALIANAS NA REGIÃO DE CAMPOS DE PALMAS EM ÁGUA DOCE-SC - BRASIL		
2.1	Introdução	79
2.2	Material e Métodos	81
2.2.1	Material	81
2.2.2	Métodos.....	81
2.2.3	Análise estatística.....	84
2.3	Resultados e Discussão	85
2.3.1	Caracterização climática	85
2.3.2	Caracterização fenológica	94
2.4	Conclusões	103
CAPÍTULO 3 - MATURAÇÃO VITÍCOLA DE 12 VARIEDADES AUTÓCTONES ITALIANAS CULTIVADAS NA REGIÃO DE CAMPOS DE PALMAS EM ÁGUA DOCE - SC - BRASIL		
3.1	Introdução	109
3.2	Material e Métodos	110
3.2.1	Material	110
3.2.2	Métodos.....	111
3.2.3	Análise estatística.....	114
3.3	Resultados e Discussão	114
3.3.1	Caracterização climática	114
3.3.2	Fenologia e soma térmica.....	118
3.3.3	Análises das uvas	121
3.4	Conclusões	134
CAPÍTULO 4 - CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA DOS VINHOS DE VARIEDADES AUTÓCTONES ITALIANAS, PRODUZIDOS NA REGIÃO DE CAMPOS DE PALMAS EM ÁGUA DOCE - SC - BRASIL		
4.1	Introdução	139

4.2 Material e métodos	141
4.2.1 Material	141
4.2.2 Métodos	143
4.2.3 Análises estatísticas	148
4.3 Resultados e discussão.....	149
4.3.1 Caracterização dos compostos fenólicos.....	149
4.4 Conclusões	166
CAPÍTULO 5 - ECOFISIOLOGIA E A COMPOSIÇÃO DA UVA	
DA VARIEDADE SANGIOVESE NA REGIÃO DE CAMPOS DE	
PALMAS EM ÁGUA DOCE - SC – BRASIL	
	169
5.1 Introdução	171
5.2 Material e métodos	172
5.2.1 Material	172
5.2.2 Métodos	173
5.2.3 Análise estatística.....	176
5.3 Resultados e discussão.....	176
5.3.1 Análise foliar.....	176
5.3.2 Trocas gasosas	179
5.3.3 Produtividade e qualidade das uvas	180
5.3.4 Área foliar x Fotossíntese x Produtividade	181
5.4 Conclusões.....	183
CONCLUSÕES FINAIS	185
CONSIDERAÇÕES GERAIS	187
REFERÊNCIAS	189
APÊNDICES	229
ANEXOS.....	245

INTRODUÇÃO

No Brasil a viticultura compreende uma área plantada de aproximadamente 82,5 mil hectares, e produção de 1,45 milhões de toneladas de uvas para consumo *in natura* e elaboração de vinhos (MELLO, 2013).

A produção nacional de vinhos atingiu em 2012, em torno de 262,56 milhões de litros, sendo que deste montante aproximadamente 49,8 milhões de litros (em torno de 19%) foram produzidos de uvas viníferas (UVIBRA, 2013). O consumo médio *per capita* no Brasil é atualmente de 1,9 litros/ano, com previsão de expansão para 9 litros *per capita*/ano até 2025 (IBRAVIN, 2013).

A viticultura brasileira está difundida desde o Rio Grande do Sul, a 31°S de latitude, até o Rio Grande do Norte e Ceará, a 05°S de latitude, apresentando grande diversidade ambiental entre as zonas de produção, incluindo regiões de clima temperado, subtropical e tropical. Caracteriza-se pela grande variabilidade no material genético utilizado, sendo mais de 120 variedades de *Vitis vinifera* L. e mais de 40 variedades entre *Vitis labrusca*, *Vitis bourquina* e de híbridas interespecíficas (CAMARGO; TONETTO; HOFFMANN, 2011). Essa variabilidade genética e a elevada plasticidade da videira oferecem vantagens adaptativas em diferentes condições ambientais (DAI et al., 2011; BADUCA CAMPEANU et al., 2012).

Devido à expansão no setor vitícola brasileiro, muitos investimentos tem sido realizado nessa área, auxiliando os avanços em diversos setores, como por exemplo, na definição das primeiras indicações geográficas para vinhos finos e produção orgânica de uvas, vinhos e sucos (CAMARGO; TONETTO; HOFFMANN, 2011).

Segundo Silva et al. (2012), Valente et al. (2012) e EMBRAPA (2013), as indicações geográficas resultam no fortalecimento e consolidação de uma verdadeira identidade nacional e regional, com aumento de competitividade do mercado nacional e internacional. Atualmente o Brasil possui 3 indicações de procedência (IP) relacionadas a viticultura, sendo Vale dos Vinhedos - RS, Pinto Bandeira - RS, e Vale da Uva Goethe - SC (SILVA et al., 2012).

Neste sentido, é evidente que o Brasil está em busca de uma identidade para o vinho brasileiro, através da produção de uvas de qualidade em determinadas regiões (EMBRAPA, 2013). Frente a isso, tem-se observado um aumento na área plantada de videira, principalmente, em regiões de altitude no Planalto Catarinense.

O Estado de Santa Catarina em 2012 produziu 15,7 milhões de litros de vinhos (finos e de mesa), apresentando aumento de 9,8 % na produção em relação a 2011. Em extensão de área plantada, é classificado em 5º lugar entre os Estados brasileiros, com aproximadamente 5 mil hectares (MELLO, 2013) e ocupa a segunda posição como maior produtor de vinhos finos (CARVALHO-JUNIOR; MOSSINI, 2011).

Nas regiões de elevada altitude de Santa Catarina (consideradas 900 metros acima do nível do mar), a vitivinicultura vem conquistando forte espaço no cenário nacional, principalmente, nas zonas situadas no Planalto Serrano e Campos de Palmas. Segundo Carvalho-Junior e Mossini (2011), essas regiões caracterizam-se pela recente e moderna produção de vinhos finos de altitude, elaborados com elevada qualidade e tecnologia. O potencial climático destas zonas para a produção de variedades de *Vitis vinifera* L., vem sendo comprovado através de diversas pesquisas (SILVA et al., 2008; PANDOLFO et al., 2008; FALCAO et al., 2010; GRIS et al., 2010; VIEIRA et al., 2011; BURIN et al., 2011; BACK et al., 2012; MALINOVSKI et al., 2012a).

As condições climáticas proporcionam microclima particular para a vitivinicultura deslocando o ciclo fenológico. Esse evento é a consequência das baixas temperaturas noturnas, as quais durante o inverno retardam o início da brotação, e durante o verão prolongam o amadurecimento dos frutos. Assim, evitam-se na época da brotação os danos das possíveis geadas tardias e a colheita é realizada em períodos de baixas temperaturas e pluviosidade (FELDBERG et al., 2011). Esses fatores favorecem e determinam características próprias e distintas das outras regiões do Brasil, como maturação completa das uvas (GRIS et al., 2010; BURIN et al., 2011; BORGHEZAN et al., 2011; MALINOVSKI et al., 2012a), produzindo vinhos com elevada qualidade fenólica (MIELE; RIZZON; ZANUS, 2010).

A qualidade e a tipicidade da uva e do vinho dependem de diversos fatores, entre eles ambientais (SILVA et al., 2008; VIEIRA

et al., 2011; FIORILLO et al., 2012; MATHEWS, 2013), biológicos (ALMANZA et al., 2010; BRIGHENTI et al., 2011); sistemas de manejo (JONES et al., 2005; BAVOUGIAN et al., 2013); e processos de vinificações (MIELE; RIZZON; ZANUS, 2010; TAO; GARCIA; SUN, 2013).

As condições climáticas apresentam forte influência no desenvolvimento vitícola (CHEVET; LECOCQ; VISSER, 2011; CAFFARRA; ECCEL, 2011; MARIANI, 2012). Diversos são os fatores ambientais que podem influenciar na duração dos estádios fenológicos, maturação das uvas e, conseqüentemente, na qualidade da uva. Entre os principais fatores pode-se citar: a temperatura e umidade do ar, a precipitação pluviométrica e a radiação solar (FIORILLO et al., 2012; MARIANI, 2012), as quais definem a potencialidade das regiões para a atividade vitícola (DELOIRE et al., 2005).

Nesse sentido, para determinar a potencialidade de variedades em uma região, são fundamentais os estudos e as pesquisas sobre características edafoclimáticas regionais, adaptação das variedades através de estudos de fenologia, maturação das uvas, equilíbrio fisiológico e a interação entre esses fatores (CHAVARRIA et al., 2009).

Com esse intuito, em 2005 foi firmado um convênio entre UFSC, Epagri e o Istituto Agrario di San Michele all'Adige – Itália, visando pesquisar novas “Tecnologias para o desenvolvimento da vitivinicultura catarinense”. Desta forma, foram implantadas no ano de 2006, quatro unidades de pesquisa em área de elevada altitude no Estado de Santa Catarina (São Joaquim, Campos Novos, Água Doce e Tangará), cada uma apresentando 36 variedades autóctones e clones italianos, sendo as tintas: Aglianico, Aleático, Ancelotta, Barbera, Cannaiolo, Cabernet Sauvignon, Croatina, Lagrein, Lambrusco Grasparossa, Malvasia Nera, Merlot, Montepulciano, Nebbiolo, Negro Amaro, Nero D'avola, Pinot Grigio, Pinot Nero, Primitivo, Rebo, Sagrantino, Sangiovese, Syrah, Teroldego e Uva di Tróia; e as brancas: Chardonnay, Coda di Volpe, Fiano, Garganega, Greco di Tufo, Incrocio Manzoni, Prosecco, Riesling Renano, Sauvignon Blanc, Verdicchio, Vermentino e Viognier.

Visando estudos científicos foi escolhida a unidade na região dos Campos de Palmas em Água Doce - SC e selecionadas 12

variedades, sendo as tintas: Aglianico, Ancellotta, Lambrusco, Malvasia Nera, Negro Amaro, Nero d'Avola, Primitivo, Sangiovese e Rebo; e brancas: Fiano, Garganega e Vermentino. Em geral essas variedades foram selecionadas por apresentarem brotação médio-tardia a tardia (a fim de evitar problemas com geadas tardias).

Nesse sentido, a proposta deste estudo foi caracterizar o clima e o comportamento vitícola e enológico de variedades autóctones italianas na região dos Campos de Palmas em Água Doce-SC, durante os ciclos fenológicos 2009/10 e 2010/11, com intuito de definir aquelas adaptadas à região, contribuindo para o desenvolvimento da viticultura catarinense.

A presente Tese está estruturada sob a forma de capítulos, para favorecer o entendimento e a sequência das atividades desenvolvidas.

Inicialmente, estão apresentados os objetivos (geral e específico) desta pesquisa.

O primeiro capítulo consta de uma revisão de literatura, que aborda os principais assuntos relativos a presente pesquisa. Entre esses itens, são descritos as características do local do estudo, as variedades pesquisadas, as influências climáticas na viticultura, fatores ecofisiológicos relevantes, fenologia da videira e a evolução dos compostos químicos das uvas e dos vinhos.

O segundo capítulo contém a caracterização climática da região dos Campos de Palmas em Água Doce-SC, durante os dois ciclos avaliados (2009/10 e 2010/11) e a influência desses sob o comportamento fenológico (brotação a colheita) das variedades de videira estudadas.

No terceiro capítulo é apresentado o resultado da evolução da maturação qualitativa das uvas e os dados produtivos das variedades pesquisadas, dos ciclos 2009/10 e 2010/11, na região dos Campos de Palmas em Água Doce-SC.

O quarto capítulo contém a caracterização do perfil fenológico dos vinhos provenientes das variedades que se destacaram a campo: Rebo, Sangiovese e Vermentino, das safras 2010 e 2011.

O quinto e último capítulo apresenta um estudo ecofisiológico, relacionando a área foliar e a caracterização da atividade fotossintética das folhas individuais da variedade

Sangiovese (por ter apresentado boa adaptação fenológica e qualitativa da uva a campo).

Para finalizar, são apresentadas as conclusões finais, considerações gerais, referências, apêndices e anexos.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Caracterizar o clima e o comportamento vitícola e enológico de variedades autóctones italianas na região dos Campos de Palmas em Água Doce-SC, durante os ciclos fenológicos 2009/10 e 2010/11.

Objetivos específicos

- a) Caracterizar o clima da região vitícola dos Campos de Palmas, em Água Doce-SC;
- b) Acompanhar os estádios fenológicos das variedades tintas: Aglianico, Ancellotta, Lambrusco, Malvasia Nera, Negro Amaro, Nero d'Avola, Primitivo, Sangiovese e Rebo; e das variedades brancas: Fiano, Garganega e Vermentino, e relacioná-los com os parâmetros climáticos;
- c) Monitorar a evolução dos índices qualitativos de maturação, a partir do estágio de mudança de coloração das bagas (*véraison*) até o final da maturação (colheita);
- d) Avaliar os índices de produtividade das variedades;
- e) Caracterizar o perfil fenológico dos vinhos das variedades de melhor desempenho na região;
- f) Avaliar o desenvolvimento ecofisiológico da variedade Sangiovese;
- g) Selecionar variedades com alto potencial viti-enológico para cultivo na região dos Campos de Palmas em Água Doce-SC.

CAPÍTULO 1

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Região do estudo

No Estado de Santa Catarina existem três regiões vitivinícolas definidas. A primeira é denominada “Região Tradicional”, englobando o Vale do Rio do Peixe no Meio-Oeste, e Região Carbonífera no Sul do Estado. A segunda é considerada como a “Nova Região”, que compreende Nova Trento no Vale do Rio Tijucas, Rodeio no Vale do Rio Itajaí e próximas de Chapecó no Oeste. E a terceira é a “Região de Altitude” (ROSIER et al., 2004). Essa última compreende os municípios de São Joaquim, Bom Retiro, Campos Novos e Água Doce, sendo consideradas regiões entre 900 a 1400 metros acima do nível do mar (ACAVITIS, 2013).

A “Região de Altitude” do Estado de Santa Catarina são aquelas consideradas entre 900 a 1400 metros acima do nível do mar (ACAVITIS, 2013), que englobam o Planalto Serrano e Campos de Palmas.

A região dos Campos de Palmas (**Figura 1.1**) abrange diversos municípios dos Estados de Santa Catarina e Paraná, destacando-se: Abelardo Luz, Água Doce e Passos Maia (SC); e General Carneiro e Palmas (PR) (SOUZA, KREUZ; MOTTA, 2004). Essa região caracteriza-se por apresentar altitude média de 1160 metros, entre os paralelos 26° e 27° S.

O município de Água Doce - SC é considerado incipiente na atividade vitivinícola, com aproximadamente 10 anos de cultivo. Recentes pesquisas vêm demonstrando a potencialidade dessa região para a produção de uvas de qualidade com potencial enológico (FALCÃO et al., 2008; FALCÃO et al., 2010; MALINOVSKI et al., 2011; FELDEBERG et al., 2011; MALINOVSKI et al., 2012a; MALINOVSKI et al., 2012b; CIPRIANI, 2012).

Segundo o Zoneamento Agrícola realizado pela EPAGRI/CIRAM para o Estado de Santa Catarina, a “Região de Campos de Palmas em Água Doce” situa-se na Zona Preferencial II, ou seja, zonas propícias para o cultivo de videira *Vitis vinifera* L.,

onde o número de horas de frio invernal é inferior a 600 e superior a 300 horas (**Figura 1.2**).



Figura 1.1. Região de Campos de Palmas (SOUZA, KREUZ; MOTTA, 2004).

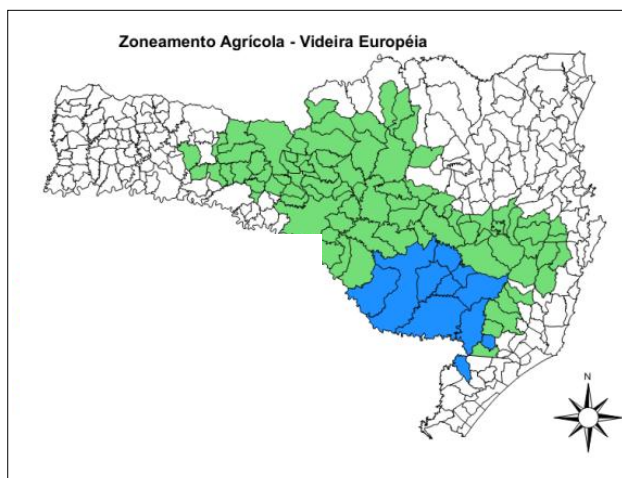


Figura 1.2. Mapa do Estado de Santa Catarina com o Zoneamento agrícola para o cultivo de *Vitis vinifera* L.: Zona Preferencial I (Azul); Zona preferencial II (Verde) (Epagri/CIRAM, 2013).



Figura 1.3. Área Experimental no vinhedo de Água Doce - SC. (Acervo do autor, 2012).

1.2 A Videira

A videira é uma planta pertencente à família Vitaceae, cujas principais variedades comerciais pertencem ao gênero *Vitis*. Muitos pesquisadores acreditam que sua origem iniciou na Região do Cáucaso (noroeste da Turquia, norte do Iraque, Azerbaijão e Geórgia). Difundiu-se e adaptou-se paulatinamente a diversas regiões do globo terrestre. Sua difusão ocorreu em duas principais direções, uma américo-asiática e outra euro-asiática, originando as variedades de videira chamadas americanas, principalmente *Vitis labrusca* L. e outra chamadas européia ou *Vitis vinifera* L. (JACKSON, 2008).

A videira taxonomicamente pertence à divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, subclasse Rosidae, ordem Rhamales, família Vitaceae (QUEIROZ-VOLTAN; PIRES; POMMER, 2003; FREGONI, 2005). Atualmente, a família Vitaceae apresenta mais de 12 gêneros, sendo o “*Vitis*” o de maior relevância econômica e social (OLMO, 1995), com aproximadamente 108 espécies (SOUZA; MARTINS, 2002; FREGONI, 2005).

Acredita-se que a videira foi se diversificando através de mutações somáticas ou por plantas originárias de sementes, e adquiriu diversas formas e variações (SOUZA, 1996). Devido a isso,

estima-se que o gênero *Vitis* apresente aproximadamente 17 mil variedades (VITIS, 2013).

1.3 Variedades de videira avaliadas - Tintas

As variedades avaliadas no presente estudo fazem parte do catálogo de clones de uvas italianas (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

1.3.1 Aglianico



Acredita-se que essa variedade foi introduzida pelos gregos ao longo da costa do mar Tirreno, no período de fundação de suas colônias entre os séculos VI e VII a.C. Isso poderia explicar a presença de sinônimos como *Ellenico*, *Ellenica* e *Ellanico*, que então se transformaram em

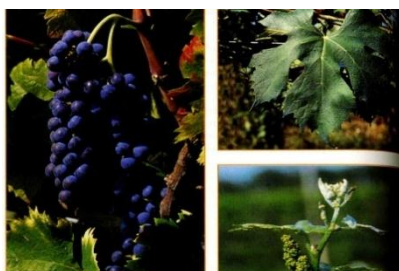
Aglianico, durante a dominação espanhola (séculos XV e XVI), para os quais a dupla L (ll) pronunciada em italiano soa “gli”. É possível que com essa variedade os romanos produzissem o *Falerno*. Há também uma hipótese que o nome da variedade derive do grego *aglianos* – claro e *agliaia* – brilhante. Dessa forma, vinhos claros e brilhantes o distinguiriam de outros vinhos originados da região da Campania (ANEXOS A e B) como *Lacrima* e *Mangiaguerra*, muito mais escuros. A antiga denominação “glianico” poderia ser associada ao espanhol “llano – plano/planície” ou “uva do plano” e então originado da domesticação da videira selvagem (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

O vinho da variedade Aglianico apresenta uma cor vermelho rubi mais ou menos intenso ou granada brilhante, com reflexos alaranjados depois do envelhecimento (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006). Tem aroma complexo, caracterizado por notas intensas de flores vermelhas, como a violeta e de frutas vermelhas, em particular de ameixa madura (RAUSCEDO, 2007). Aroma com perfume delicado característico que melhora com o

envelhecimento. Sabor frutado seco, equilibrado, de taninos jovens que melhora depois de um envelhecimento adequado em barris de carvalho graças a sua elevada graduação alcoólica e pelos bons níveis de acidez total, assumindo um sabor característico de alcaçuz (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006). Quando é equilibrado, se apresenta macio, aveludado e com grande estrutura no paladar. Se a maturação fenólica for insuficiente os vinhos obtidos serão ásperos e pouco harmônicos (RAUSCEDO, 2007).

Os vinhos desta variedade são exclusivos para vinificação, voltado para vinhos varietais, dos quais se obtém o vinho D.O.C. da Basilicata Aglianico del Vulture e na Campania a D.O.C.G. Taurasi envelhecido de 3 a 5 anos (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

1.3.2 Ancellotta



Muito pouco se sabe sobre a origem dessa variedade que se espalhou a partir da província de Reggio Emilia, Emilia Romagna. Seu nome pode derivar da morfologia da folha, mas acredita-se que sua origem seja de uma família de Modena chamada Lancellotti ou Lancillotto, que cultivava essa variedade nos séculos XIV e XV (RAUSCEDO, 2007).

Das uvas desta variedade se obtém vinhos de médio teor alcoólico, baixa acidez e ricos em cor. Muitas vezes permanece doce, por isso quando engarrafado origina vinhos frisantes. Da variedade Ancellotta ainda se prepara o “Filtrato Dolce”, de cor intensa, sabor frutado e pouco ácido (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

Na enologia essa variedade é utilizada exclusivamente para vinificação e empregada na indústria de mostos concentrados. É muito utilizada em cortes com outras variedades para conferir ao vinho cor e graduação alcoólica. Seu cultivo é difundido, sobretudo na Reggio Emilia (ANEXOS A e B), onde se pode encontrar o vinho D.O.C. Reggiano Rosso, obtido com esta variedade na província de Mantova (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

1.3.3 *Lambrusco Grasparossa*



Há diversas variedades cultivadas nas planícies do vale do Rio Pó chamadas de Lambrusco. Provavelmente elas derivam de videira selvagem domesticada no centro-oeste italiano. A primeira distinção entre as variedades de

Lambrusco foi feita por Acerbi em 1825. O Lambrusco Grasparossa recebeu esse nome graças à cor do caule e dos pedicelos (RAUSCEDO, 2007).

O vinho obtido dessa variedade é de cor vermelha rubi intensa, com leves notas de frutado, levemente ácido, sávido e harmônico. Pode ser encontrado nas categorias doce e frisanter (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

A variedade Lambrusco Grasparossa, é cultivada nas províncias de Reggio Emilia e Modena, na Emilia Romagna (ANEXOS A e B). Faz parte dos vinhos D.O.C. Lambrusco Grasparossa di Castelvetro e Colli di Scandiano e Canossa (RAUSCEDO, 2007).

1.3.4 *Malvasia Nera*



A origem histórica dessa variedade é idêntica a de todas que pertencem à família das Malvasias. Seu nome deriva da cidade grega de Monemvasia, importante porto da República de Veneza (ANEXOS A e B) que primeiramente difundiu essa variedade para Creta e depois

para Itália (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

Esta variedade produz um vinho de cor vermelho rubi pálido, alcoólico, mas com pouco corpo. Apresenta aroma neutro e um retrogosto amargo característico (RAUSCEDO, 2007).

A Malvasia Nera é utilizada algumas vezes como uva de mesa graças a características como polpa crocante, casca macia e sabor doce. É adequada para elaboração de vinhos rosés. Raramente se encontram vinhos varietais, normalmente ela é cortada com outras variedades locais como Negro Amaro e Susamaniello. Faz parte das DOC Alezio, Leverano, Copertino, Lizzano e Squinzano (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

1.3.5 *Negro Amaro*



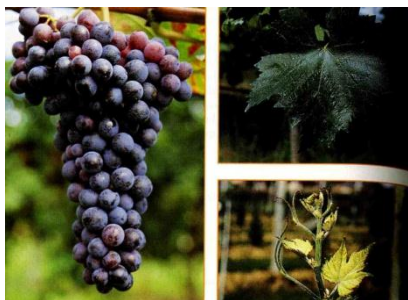
Existem muitas dúvidas sobre a origem desta variedade. Foi provavelmente introduzida pelos gregos no sul da Itália. O nome pode vir do termo em dialeto "niuru maru" associada à característica cor preta da uva e do gosto amargo do vinho, ou talvez seja proveniente de

"nero-mavro" que em grego significa preto, que destaca novamente a cor negra das uvas (RAUSCEDO, 2007). Sua maior difusão se encontra em Lecce, Brindisi e na província de Taranto (ANEXOS A e B) (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

A variedade Negro Amaro é usada para a produção de vinhos tintos, que não são particularmente estruturados e muitas vezes têm problemas de coloração escassa. Os melhores resultados são alcançados quando vinificado como vinho rosé e cortados com Malvasia Nera. Possui aroma característico de flores vermelhas e amêndoas secas (RAUSCEDO, 2007).

É uma das variedades mais importantes do sul da Itália e entra na composição de D.O.C. da região da Puglia como Alezio, Brindisi, Copertino, Galatina, Gioia de Colle, Leverano, Lizzano, Martina, Nardò, Rosso di Cerignola e Squinzano (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

1.3.6 *Nero d'Avola*



É uma variedade típica da Sicília (ANEXOS A e B). Através dela são produzidos os melhores e mais conhecidos vinhos sicilianos, no entanto, não foi possível rastrear sua origem ou descobrir como ela chegou à ilha. Ela também é conhecida como Calabrese

(RAUSCEDO, 2007).

Os vinhos varietais dessa variedade possuem boa estrutura e coloração intensa. Apresentam cor característica de cereja vermelha, é seco e alcoólico, ainda que possua elevada acidez. Tem aroma agradável e complexo, mesmo que possua notas excessivas de especiarias e fenóis. Os vinhos elaborados exclusivamente com essa variedade provaram ser adequados para maturação em barris de carvalho, com o desenvolvimento de aromas finos e de verdadeiro potencial para envelhecimento (RAUSCEDO, 2007).

A Nero d'Avola é frequentemente utilizada em cortes com outras uvas tintas como Frappato di Vittoria ou Nerello Mescalse. Com essa variedade se produz um dos mais importantes vinhos para corte, assim como ela é componente de vários vinhos DOC como Cerasuolo di Vittoria, Contea di Sclafani, Eloro, Marsala, Sambuca di Sicilia e Santa Margherita di Belice (RAUSCEDO, 2007).

1.3.7 *Primitivo*



A denominação da palavra “Primitivo” deriva da maturação precoce da uva. Sua origem é incerta, talvez seja nativa da Dalmácia e importada para Puglia há mais de dois mil anos. Para outros autores ela é idêntica a variedade croata Plavac Mali. Mas recentes

análises de DNA confirmaram que ela é idêntica a variedade húngara Zinfandel. É umas das variedades mais cultivadas na região da Puglia (ANEXOS A e B), famosa por sua característica precocidade e pelo seu aroma (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

Estas uvas produzem um vinho com uma coloração intensa que vai do vermelho ao violeta, com o envelhecimento se torna um vermelho granada. O vinho é adequado para um envelhecimento em madeira de curto em médio prazo. É encorpado e tem elevado teor alcoólico, mas normalmente apresenta pouca acidez. Tem aroma frutado que após o envelhecimento apresenta notas de especiarias. É utilizado em cortes graças a sua coloração característica e ao seu teor alcoólico (RAUSCEDO, 2007).

A variedade Primitivo é muito difundida na província de Taranto (especialmente na região da Manduria), onde se produz o clássico vinho DOC da Manduria e o Gioia del Colle (Bari). Também é cultivada nas províncias de Bari, Brindisi e Lecce. Na província de Taranto a Primitivo representa 60 a 70% de toda produção vitícola (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

1.3.8 Rebo



É uma variedade obtida nos anos 20 no programa de melhoramento da Estação Experimental Agrária de San Michele all'Adige, obra de Rebo Rigotti, que efetuou o cruzamento de Merlot x Teroldego. O cruzamento 107-3 foi selecionado pela sua constância de produção, resistência a doenças e pelas boas características quantitativas e qualitativas (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

Desta variedade se obtém um vinho de cor vermelho rubi, de aroma delicado, agradável, delicado e intenso, que recorda a Marzemino. Sabor suave, levemente tânico e harmônico. É indicado como substituta para a Merlot nos lugares onde a última apresenta problemas de baixa frutificação efetiva e ataques de míldio e oídio

(CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006). É utilizada exclusivamente para vinificação, sobretudo na região do Trentino (ANEXOS A e B) (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

1.3.9 *Sangiovese*



Acredita-se que essa variedade se originou na Toscana (ANEXOS A e B), região do Chianti. As primeiras referências podem ser encontradas na obra "O cultivo da vinha", escrita por Sonderini em 1590. O autor menciona Sangiogheto, uma variedade notável pela sua regularidade de produção. A origem do seu nome é incerta, mas pode derivar do termo em dialeto toscano "sangiovanina", que significa uva precoce ou ainda se originar do termo "jugum" do dialeto da Romagna que se refere a paisagem montanhosa típica da região dos Apeninos toscano-romagnolo (RAUSCEDO, 2007).

É uma variedade nobre para a elaboração de vinhos varietais, que trazem a expressão máxima de suas uvas. O vinho é de uma profunda cor vermelho-rubi com reflexos violáceos. Tem um aroma muito complexo, caracterizado por intensa notas de flores vermelhas, em especial de violeta, bem como de frutas vermelhas, especialmente, ameixa madura. Apresenta bom equilíbrio no paladar, suave e aveludado com uma grande estrutura (RAUSCEDO, 2007).

A Sangiovese é a variedade mais cultivada na Itália, especialmente na região central. É a variedade fundamental do Chianti. Se adapta bem em cortes com Montepulciano ou Cabernet Sauvignon, que conferem ao vinho uma coloração mais estável no envelhecimento e ainda acrescentam mais aromas e maior maciez. É a principal componente da D.O.C.G. Brunello di Montalcino, Carmignano, Chianti, Chianti Classico e Vino Nobile di Montepulciano. Faz parte de numerosas D.O.C. como Bardolino, Valpolicella, Sangiovese di Romagna, Montefalco, Rosso Piceno, Garda Orientale e Valdadige (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

1.4 Variedades de videira avaliadas - Brancas

1.4.1 *Fiano*



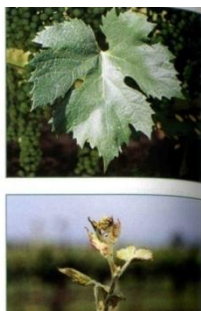
É uma variedade antiga do sul da Itália, cultivada desde o tempo dos romanos. A palavra Fiano parece derivar de Appiano, uma variedade de maçã, ou de Apia, hoje conhecida como Lapia, uma cidade próxima a Avellino (ANEXOS A e B), que pode ser sua região de origem

(RAUSCEDO, 2007).

Com essa variedade, podem-se produzir vinhos frescos ou bem estruturados, dependendo do manejo agrônômico aplicado. O vinho tem coloração amarelo palha e aroma de flores brancas, frutas amarelas e normalmente tem notas de avelãs tostados. Harmoniza muito bem com pratos a base de peixes. Pode ser usada como vinho base para espumantes. Pode produzir vinhos particularmente complexos quando passa pelo processo de envelhecimento e desenvolve aromas típicos de querosene (RAUSCEDO, 2007).

É utilizada na elaboração de vinhos ou como uva de mesa. Na DOC Cilento, esta variedade é vinificada com a Greco di Tufo, Coda di Volpe ou Trebbiano. Na DOC Fiano de Avellino se produzem apenas vinhos varietais. É uma variedade que está sendo cultivada em outras regiões da Itália, mesmo apresentando problemas com produtividades baixas ou irregulares fora da sua região de origem (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

1.4.2 Garganega



Frastagliata (recortada) e a Garganega Rossa (vermelha) (RAUSCEDO, 2007).

É uma variedade muito antiga, provavelmente se originou da mesma família que a variedade Trebbiano. Essa variedade é cultivada desde o século XII nos arredores de Veneza (ANEXO A e B). Possui diversos biótipos como a Garganega Biforcuta (bifurcada),

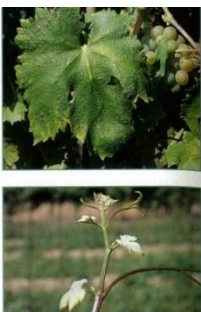
Garganega

Garganega Rossa (vermelha)

Essa variedade produz vinhos brancos de boa qualidade, com coloração amarelo palha, aromáticos, secos, ligeiramente amargos no paladar. Seus vinhos são medianamente encorpados, equilibrados e aveludados no paladar. Tem um aroma rico e complexo, com notas florais, herbáceas e minerais. As uvas podem ser armazenadas após a colheita para elaboração de vinhos fortificados (RAUSCEDO, 2007).

A variedade Garganega é utilizada preferencialmente para vinificação, mas eventualmente é consumida como uma variedade de mesa. Pode ser utilizada na elaboração de vinhos tranquilos, espumantes e licorosos. É uma das principais variedades das DOC Soave, Gambellara, Colli Euganei Recioto di Soave e Recioto di Gambellara (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

1.4.3 Vermentino



Acredita-se que essa variedade tenha origem espanhola. Por volta do ano 1300 foi introduzida na Córsega e entre os séculos XIV e XVIII chegou a Ligúria. É particularmente difundida na região de San Remo. É muito cultivada na província de Massa Carrara e na Sardenha (ANEXOS A e B). É

considerada idêntica a Favorita e Pigato e ainda apresenta notável analogia genética a Furmint húngara (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

O vinho produzido por essa variedade tem cor amarelo palha com reflexos verdes. Possui aroma delicado e é ligeiramente amargo na boca. Além de ser usado para a produção de vinhos secos, também é apropriado para a produção de vinhos doces, fortificados e espumantes (RAUSCEDO, 2007). As vezes pode apresentar os descritores sensoriais típicos do Sauvignon Blanc (sambuco e aroma mineral) (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

A Vermentino é utilizada principalmente para vinificação, mas também como uva de mesa e quando se retiram suas sementes é utilizada como ingrediente em doces caseiros. A variedade é recomendada nas províncias de Agrigento, Ascoli Piceno, Cagliari, Genova, La Spezia, Livorno, Lucca, Massa Carrara, Nuoro, Sassari e Savona. Faz parte de numerosas D.O.C. como Cinque Terre, Colli di Luni, Riviera Ligure di Ponente e Bolgheri.

1.5 Fenologia da videira

A fenologia é o estudo das diferentes etapas do desenvolvimento das plantas, utilizada para caracterizá-las em relação às condições ambientais de uma determinada região (TOMASI et al., 2011). É considerada uma evidente manifestação da interação genótipo-ambiente (NAGATA et al., 2000).

O conhecimento das características fenológicas das plantas, em específico para a videira *Vitis vinifera* L., é muito importante, pois o desenvolvimento da qualidade da uva destinada à produção de vinhos esta diretamente relacionada à ocorrência e duração dos subperíodos fenológicos (JONES; DAVIS, 2000). Diversos pesquisadores demonstram a forte relação entre os aspectos climáticos e a extensão dos estádios fenológicos (JONES et al., 2010; CHEVET; LECOCQ; VISSER, 2011; CAFFARA; ECCEL, 2011; BOCK et al., 2011).

Com intuito de caracterizar os estádios fenológicos das plantas foram desenvolvidas diversas metodologias. Para a viticultura, os principais modelos utilizados são de Baillod e

Baggiolini (BAILLOD; BAGGIOLINI, 1993) e BBCH - Biologische Bundesanstalt Bundessortenamt Chemie (LORENZ et al., 1995; MEYER, 2001).

O modelo de Baillod e Baggiolini analisa o ciclo fenológico da videira em 16 distintos estádios, caracterizados pelas letras A (brotação) à P (queda das folhas) (BAILLOD; BAGGIOLINI, 1993).

Atualmente, a mais usada é a escala BBCH, composto por 100 estádios fenológicos, dividido em códigos decimais entre 00 a 99, subdivididos em estádios principais e secundários, sendo de 0 a 9 para ambos os casos (MEYER, 2001). Os principais estádios fenológicos do ciclo vegetativo e reprodutivo da videira são a brotação, a floração, início da maturação e maturação completa (colheita). Esses são determinados visualmente quando 50% do evento são alcançados (LEEUEWEN et al., 2004; DUCHÊNE; SCHNEIDER, 2005).

A brotação ocorre com o desenvolvimento das gemas, tornando as pontas verdes visíveis e seguindo pelo aparecimento das folhas e estruturas florais (JACKSON, 2008). Isso ocorre devido à mobilização das reservas acumuladas nas células parenquimáticas dos ramos e raízes, as quais são utilizadas até que os novos tecidos formados sejam capazes de sustentar o desenvolvimento da brotação (MANDELLI, 2002; DUCHÊNE; SCHNEIDER, 2005).

O processo de desenvolvimento da gema ocorre com o seu intumescimento, seguido de seu alongamento e abertura de escamas, surgindo o jovem broto. Após este estágio, ocorre o aparecimento das folhas rudimentares, as folhas jovens são expandidas e às inflorescências são visíveis, posteriormente, ocorre o estabelecimento de três a cinco folhas (BAILLOD; BAGGIOLINI, 1993; JACKSON, 2008).

Na sequência, ocorre o processo de florescimento, sendo essa a segunda importante fase do desenvolvimento da videira. Nesse período, ocorre a redução na velocidade de crescimento dos brotos. Isso se deve à competição por nutrientes, afetando a atividade dos hormônios e das enzimas (GIOVANNINI, 1999). Após a polinização das flores, inicia-se o desenvolvimento das bagas (BAILLOD; BAGGIOLINI, 1993). Durante esse processo, ocorre o aumento das mesmas, através de divisão celular e do acúmulo de reservas (CONDE et al., 2007).

Posteriormente, sucede a maturação das bagas, através da mudança de coloração, esse subperíodo é conhecido como *veraison* (nome de origem francesa) e se estende até a colheita da uva (CONDE et al., 2007). Após a colheita ocorre o repouso da videira, que é caracterizado pela paralisação da multiplicação celular e queda das folhas (JACKSON, 2008).

1.6 Influências climáticas na viticultura

As condições climáticas apresentam forte influência no desenvolvimento vitícola (CHEVET; LECOCQ; VISSER, 2011; CAFFARRA; ECCEL, 2011; MARIANI, 2012). Diversos fatores ambientais podem influenciar na duração dos estádios fenológicos, maturação das uvas e, conseqüentemente, na qualidade da uva. Entre os principais fatores pode-se citar: a temperatura e umidade do ar, a precipitação pluviométrica e a radiação solar (FIORILLO et al., 2012; MARIANI, 2012), as quais definem a potencialidade das regiões para a atividade vitícola (DELOIRE et al., 2005).

Na vitivinicultura, consideram-se três escalas climáticas: macroclima, mesoclima e microclima. O macroclima, correspondente a variação em grandes extensões territoriais (características regionais), afetado pela posição geográfica e que se expressa de forma mais estável ao longo dos anos, sendo que para sua caracterização necessita-se de dados de aproximadamente 30 anos. O mesoclima, está relacionado com condições climáticas locais, influenciado por diferenças topográficas e que pode ser acessado por meio de uma estação meteorológica (BONNARDOT et al., 2001; TONIETTO; MANDELI, 2013). O microclima refere-se às condições climáticas de uma pequena superfície, que afeta diretamente o vinhedo, sendo determinado principalmente pelo desenvolvimento vegetativo das plantas e pelas práticas de manejo adotadas (BONNARDOT et al., 2001; TONIETTO; MANDELI, 2013).

Mundialmente a viticultura está localizada entre os paralelos 35° e 50° de latitude tanto no hemisfério Sul quanto Norte (LEEUWEN et al., 2007; ASHENFELTER; STORCHMANN, 2010) e são cultivadas em elevado gradiente de altitude, desde o nível do

mar até 3000 metros acima do mesmo (FREGONI, 2005). Ainda Fregoni (2005) e Leeuwen et al. (2007) descrevem que condições de elevada altitude podem compensar a baixa latitude, permitindo ampliação das zonas de produção. Segundo Jackson (2008), a cada 100 metros de elevação de altitude acima do nível do mar, equivale em média a um decréscimo de temperatura de 0,5°C. Diversas pesquisas relacionam o efeito da altitude na qualidade das uvas e dos vinhos (MATEUS; MACHADO; FREITA, 2002; FALCÃO et al., 2007; FALCÃO et al., 2010; ALMANZA et al., 2010).

A temperatura do ar durante o desenvolvimento da videira é um dos fatores mais importantes para definir época e a velocidade das diversas fases fenológicas (MYBURGH, 2005; HALL; JONES, 2010; PARKER et al., 2011).

As condições térmicas são os principais desencadeantes do início da atividade biológica das gemas da videira, atuando muito durante o inverno (REYNIER, 1995). Nesse estágio a videira encontra-se em seu período de repouso vegetativo, sendo uma planta resistente a baixas temperaturas. A videira pode suportar temperaturas mínimas de até -20°C (JACKSON, 2008).

Pelo fato da videira ser uma espécie caducifólia, requer um acúmulo de horas de frio (HF) para superar o período de dormência (ANDREINI; VITI; SCALABRELLI, 2009). Essa necessidade é variável entre as variedades, podendo exigir de 50 a 400 HF com temperaturas abaixo de 7°C (POUGET, 1963). A falta de acúmulo de frio acarreta na desuniformidade e redução de brotação (FREGONI, 2005). No entanto, em zonas que ocorre esse problema aplica-se fitohormônios com a finalidade de amenizá-los. Para diversas variedades, a temperatura mínima para a quebra de dormência deve estar entre 3,5 e 7,1°C (MONCUR et al., 1989).

No início da primavera geralmente ocorre à brotação da videira. Neste período podem ocorrer temperaturas baixas ocasionando geadas tardias e consequentemente destruição dos órgãos herbáceos da planta (JACKSON, 2008).

No período de floração, as temperaturas devem atingir entre 18°C a 20°C, para que ocorra esse fenômeno (JACKSON, 2008). São favoráveis, sobretudo temperaturas adequadas associadas com dias de muita insolação e pouca umidade (TONIETTO; MANDELLI,

2013). A videira resiste até -0,5°C na plena floração e na fase de fruto jovem (GIOVANINI, 1999).

O amadurecimento das uvas geralmente coincide com a estação do verão em algumas regiões brasileiras, sendo desejável nesse período temperaturas próximas a 30°C (TONIETTO; MANDELLI, 2013). Segundo Kliwer e Torres (1972), temperaturas ideais durante a maturação estão na faixa de 20 a 25°C.

Segundo Mariani (2012), para que a videira realize todos seus processos metabólicos e apresente adequado desenvolvimento fisiológico, em média a temperatura do ar deve estar entre 7 a 35°C, com intervalo ótimo entre 22 a 28°C.

Ainda, é importante ressaltar que, a temperatura mínima basal para videira é indicada pelo valor médio de 10°C, sendo que em temperaturas inferiores inibem o crescimento vegetativo (MANDELLI, 2002; JACKSON, 2008).

As temperaturas noturnas também são de extrema importância, principalmente durante a maturação das uvas (QUIJANO-RICO, 2004). Segundo Fregoni (2005) e Cozolino et al. (2010), as baixas temperaturas noturnas são mais determinantes no processo de coloração e aromas, que as temperaturas diurnas. Segundo Mori et al. (2005), elas ocasionam alterações hormonais nas plantas, determinando parada de crescimento vegetativo e o início da maturação das uvas, acumulando açúcares e substâncias fenólicas, bem como alguns precursores de aromas.

Diversos são os trabalhos que relacionam a temperatura incidente nas bagas com a qualidade das uvas (MORI et al., 2007; TARARA et al., 2008; COZZOLINO et al., 2010; SADRAS; MORAN; BONADA, 2011; JOGAIAH, et al., 2012;). Esses pesquisadores relacionam que elevadas temperaturas tendem a inibir a biossíntese de antocianinas e consequentemente diminuir a coloração das uvas.

Ainda relacionado com a temperatura do ar, a amplitude térmica é um fator importante na fisiologia vegetal, pois influencia o equilíbrio fotossintético/respiratório da planta e, consequentemente, o acúmulo energético, estando diretamente relacionada na biossíntese de compostos fenólicos (GONZÁLEZ-NEVES et al., 2007). Segundo Mori et al. (2005), o acúmulo de antocianinas nas bagas é adequado quando as temperaturas diurnas estão entre 20°C e 30°C, e

a amplitude térmica é inferior aos 15°C. Acima dessas temperaturas, muitos processos metabólicos reduzem, inibindo a biossíntese desses compostos.

Diversos são os índices bioclimáticos relacionados com a temperatura do ar que foram desenvolvidos para classificar a potencialidade das diversas regiões vitivinícolas do mundo, bem como caracterizar as exigências térmicas de cada variedade para seu completo desenvolvimento. Os mais utilizados são: Índice de Soma Térmica, expresso em GDD (growing degree-days) e classificados conforme Winkler (WINKLER et al., 1974; JONES et al., 2010); e o Índice de Huglin - IH (HUGLIN, 1978; HALL; JONES, 2010). Ambos os índices consideram a temperatura mínima basal para videira de 10°C (HALL; JONES, 2010; JONES et al., 2010).

O índice de Soma Térmica é dado conforme equação:

$$\text{GDD} = \sum \text{máximo} \{ [(T_{\text{máxima}} + T_{\text{mínima}})/2] - 10, 0 \}.$$

Segundo Winkler et al.(1974) e Hall e Jones (2010), a classificação das zonas em GDD (considerando unidade em °C) são:

- Região muito fria: <850;
- Região I: 850 – 1389;
- Região II: 1389-1667;
- Região III 1667 -1944;
- Região IV: 1944-2222;
- Região V: 2222 -2700;
- Região muito quente: >2700.

O Índice de Huglin (IH) considera além da temperatura média, a temperatura máxima e um coeficiente de correção de latitude, dado pela seguinte equação:

$$\text{IH} = \sum \text{máximo} \{ [[(T_{\text{média}}-10)+(T_{\text{máxima}}-10)]/2], 0 \} * k.$$

O fator k é um ajuste para as latitudes, sendo considerados 1,02 para latitude de 40° e 1,06 para 50° (JONES et al., 2010). Segundo Huglin (1978), com esse índice as zonas são classificadas (considerando unidade de °C), como:

- Extremamente fria: <1200;
- Muito fria: 1200 - 1500;
- fria: 1500-1800;
- temperada: 1800-2100;
- temperada quente: 2100- 2400;
- quente: 2400- 2700;
- muito quente: 2700- 3000;
- extremamente quente: >3000.

Outro parâmetro climático importante para o desenvolvimento da videira é a radiação solar, radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e a luminosidade. Esses fatores estão relacionados com o processo da fotossíntese, bem como para o acúmulo de açúcares contido das uvas e, conseqüentemente, na sua qualidade (MARIANI, 2012; TONIETTO; MANDELLI, 2013), pois influenciam diretamente no metabolismo secundário da videira (JOGAIAH et al., 2012).

Para que a planta realize um bom desempenho, recomenda-se RFA de 500 a 700 $\mu\text{mol fotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (REGINA, 1995) e a necessidade média de luminosidade durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira deve ser de 1200 a 1400 horas de luz (MANICA; POMMER, 2006). Em geral as taxas de fotossíntese são lineares em resposta a luz quando submetidas à baixa radiação, porém quando em elevada radiação, a resposta da fotossíntese a luz tende a declinar à medida que o processo é saturado, possivelmente devido ao CO_2 (GREER; WEEDON, 2012). Por isso, a resposta da fotossíntese a luz é descrita por uma equação matemática de hipérbole não regular e hipérbole tangencial (GREER; HALLINGAN, 2001). Temperaturas ideais para que a videira realize os processos adequados da fotossíntese está entre 20 e 30°C (GREER; WEEDON, 2012).

A luminosidade apresenta influência no controle da fisiologia da videira e na qualidade da uva (PORRO et al., 2000). Muitos autores afirmam que a luminosidade ocasiona aumento na concentração de antocianinas monoméricas totais nas uvas, no entanto, este composto é reduzido quando os cachos são submetidos a elevadas temperaturas (LEEWEN et al., 2004; JOGAIAH, et al., 2012). Nessa fase de maturação das uvas, os cachos mais expostos ao

sol podem conter até dez vezes mais teores de flavonóis totais que os cachos sombreados. Isso deve-se ao aumento da concentração de 3-glicosídeo de quercetina, campferol e miricetina (SPAYD et al., 2002).

A precipitação também é um importante fator, principalmente no subperíodo da maturação a colheita, pois quando em excesso pode comprometer a qualidade das uvas (COZZOLINO et al., 2010; BORGHEZAN et al., 2011) e consequentemente dos vinhos (CONRADIE et al., 2002). Observa-se que regiões que apresentam pouca pluviosidade durante a maturação das uvas são favoráveis para a qualidade organoléptica do vinho (HUGLIN; SCHNEIDER, 1998; FREGONI, 2005). Por outro lado, em regiões de elevada umidade, o risco de doenças fúngicas é elevado (EMMETT et al., 1992), induzindo o acúmulo de flavonóides como resposta ao fermento (VOGT et al., 1994). Jackson (2008) infere que em solos porosos e bem drenados, diminuem os possíveis problemas com o excesso de chuvas podem causar.

Nesse sentido, para determinar a potencialidade de novas variedades de videira em uma região, é importante estudos e pesquisas sobre características climáticas e adaptação das variedades através de estudos de fenologia, maturação das uvas e interação entre esses fatores (FALLAHI et al., 2005; CHAVARRIA et al., 2009; PARKER et al., 2011).

1.7 Comportamento ecofisiológico

A ecofisiologia é uma ciência experimental que procura explicar os mecanismos fisiológicos que estão associados com as respostas das plantas ao meio ambiente (LAMBERS et al., 1998). Na viticultura, ela possibilita a caracterização de sistemas de cultivos mais adequados visando produção de uvas e, consequentemente, de vinhos de qualidade (KLIEWER; DOKOOZLIAN, 2005; REYNOLDS; HEUVEL, 2009).

1.7.1 Área foliar e fotossíntese

Um dos principais elementos relacionados ao estudo ecofisiológico das plantas é a área foliar. Esse elemento é muito

utilizado para caracterizar a eficiência fotossintética, padrões de crescimento e desenvolvimento das plantas em virtude de diferenças genéticas ou ambientais, bem como, na avaliação dos impactos das práticas culturais (FONSECA; CONDE, 1994; BESLIC; TODIC; TESIC, 2010; LÓPEZ-LOZANO; CASTERAD; 2013).

Fatores como distribuição de área foliar, densidade e sistema de condução, determinam a interceptação e distribuição de radiação solar em torno da planta e consequentemente da luz e microclima (KLIEWER; DOKOOZLIAN, 2005; PONI, 2003; GREER; WEEDON, 2012).

A área foliar pode ser medida ou estimada por métodos destrutivos ou não (LÓPEZ-LOZANO; CASTERAD; 2013). Embora os métodos destrutivos sejam simples e precisos (SOMMER; LANG, 1994), estes apresentam o inconveniente de demandar muito tempo (LOPES et al., 2004), além de provocar a destruição da área foliar, o que impossibilita o acompanhamento do ciclo da cultura.

Os métodos não-destrutivos são os mais utilizados a campo, e são classificados em diretos e indiretos (MABROUK; CARBONNEAU, 1996). A determinação da área foliar pelos métodos não-destrutivos diretos caracteriza-se por serem rápidos, precisos, e os resultados serem expressos imediatamente com o uso de equipamentos portáteis, como fotografias hemisféricas, extinção de luz através da vegetação entre outros (DOBROWSKI; USTIN; WOLPERT, 2002). No entanto, esses equipamentos necessitam de manutenção e ajustes frequentes, podendo ser uma técnica de altos custos (OLLAT et al., 1998).

Os métodos não-destrutivos indiretos são caracterizados por serem simples, rápidos e precisos, sem a necessidade da remoção das folhas durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (LÓPEZ-LOZANO; CASTERAD; 2013). Para isso, são utilizadas equações matemáticas a partir das variáveis a serem mensuradas nas folhas (CARBONNEAU, 1976). Esses modelos matemáticos podem ser baseados no comprimento da nervura principal, soma do comprimento das duas nervuras laterais, entre outros. Diversos são os trabalhos clássicos que descrevem a utilização deste método como Carbonneau (1976) e Elsner; Jubb (1988) e mais recentes como Amarante et al. (2009); e Borghezani et al., (2010).

A área foliar influencia na quantidade e na qualidade das uvas produzidas (KLIEWER; DOKOOZLIAN, 2005). Na viticultura, muitas são as pesquisas que buscam o equilíbrio entre a área foliar e a produtividade e a qualidade das uvas (KLIEWER; DOKOOZLIAN, 2005; MYERS et al., 2008; HECKLER, 2009). Assim, segundo Kliewer e Dokoozlian (2005), o equilíbrio entre a superfície foliar e a produção da uva deve ser em média 0,8 a 1,2 kg de uva por m² de área foliar. Ainda Intrieri e Filippetti (2000), relatam que esse equilíbrio deve estar entre 1 a 1,5 kg de uva por m² de área foliar. No entanto, esse valor pode ser influenciado por diversos fatores, entre eles as condições ambientais, os sistemas de condução e poda, consequentemente, microclima das folhas e das uvas (JACKSON; LOMBARD, 1993; KLIEWER; DOKOOZLIAN, 2005; REYNOLDS; HEUVEL, 2009).

Diversos pesquisadores afirmam que variedades com maior área foliar, tendem a ser mais produtivas, com maior vigor e bagas mais pesadas (SANTESTEBAN; ROYO, 2006). No entanto, a maturação e o desenvolvimento das bagas são relacionados com a fotossíntese, pois o potencial enológico das bagas é diretamente relacionado com a quantidade de luz que a planta é exposta, sendo esta dependente da área foliar da planta (MIELE, 1989; HUNTER; VISSER, 1988; SANTESTEBAN; ROYO, 2006).

Segundo Kliewer e Dokoozlian (2005) e Drissi (2009) o excesso de folhas ocasionado pelo alto vigor da planta, pode ser prejudicial, afetando o desenvolvimento e comprometendo a qualidade da uva, pela formação de um microclima com elevada umidade e baixa radiação. Entretanto, a redução de folhas da videira favorece o aumento da eficiência fotossintética das folhas restantes, fenômeno este conhecido como “Crescimento Compensatório” (FOURNIOUX, 1997). Isto indica que o número de folhas pode ser variável em relação às variedades e condições de cultivo, sendo que a videira tem capacidade de suprir fisiologicamente a redução da área foliar até uma determinada condição (PONI; GIACHINO; MAGNANINI, 2001).

Em situações onde ocorrem restrições na área foliar, à taxa fotossintética é afetada (IACONO et al., 1995; PETRIE et al., 2000). Ela inicia-se com a captação da energia solar no início da manhã, alcançando um nível máximo que se mantém até o final do dia,

quando reduz drasticamente (PETRIE et al., 2003; SCHULTZ; PIERI; PONI, 2009). No contexto do processo fotossintético a luz é a precursora da reação. Isso ocorre quando a planta absorve seis moléculas de dióxido de carbono e mais seis moléculas de água, e com a presença da luz inicia-se a reação. A videira (*Vitis vinifera* L.) é uma planta com metabolismo de assimilação de carbono via C3, ou seja, ao fixar o carbono o primeiro produto formado é um composto com três carbonos: o ácido 3-fosfoglicérico (3-PGA) (BARBOSA et al., 2010).

A taxa de fotossíntese estende-se na maioria das plantas C3 entre uma faixa de temperatura de 20 a 30°C, no entanto os maiores ganhos fotossintéticos são em torno de 25°C (GREER; WEDDON, 2012). Em elevadas temperaturas, acima de 30°C, a fotossíntese tende a reduzir, devido a instabilidade térmica das enzimas, dissecação do tecido e fechamento dos estômatos (ALBUQUERQUE, 2008).

Em situações extremas, dependendo da quantidade de calor nas folhas e tempo de exposição, a temperatura pode causar danos fotossintéticos, tanto a nível enzimático, desestruturando ou desnaturando as enzimas envolvidas no processo de fixação de CO₂, como no nível dos fotossistemas, ocasionando a fotoinibição ou fotodestruição (SIEBKE et al., 2002).

Nas plantas a assimilação de CO₂ é o resultado final do conjunto de processos que são regulados por fatores intrínsecos e extrínsecos a planta. As altas temperaturas foliares têm sido apontadas como fatos que afetam a fixação de carbono nas diversas etapas do processo (MEDLYN et al., 2002).

Dentre os diversos fatores que podem afetar a atividade fotossintética, admite-se que o estímulo gerado pela presença dos frutos (drenos), aumenta a taxa de assimilação de carbono pela folha (fonte) (REGINA, 1995). Acredita-se que em situações de baixa produção de uvas, a taxa reduzida de utilização das trioses fosfato ocasiona um decréscimo na atividade da enzima Rubisco, levando a um ajustamento da atividade fotossintética em função da necessidade dos drenos (SHARKEY, 1985).

Nesse sentido, os fatores ambientais, a idade da folha (PETRIE; TRHOUGHT; HOWELL, 2000; SCHULTZ; STOLL, 2010; KULJANCIC et al., 2012), práticas culturais de manejo, como

por exemplo desponte e desfolha (PONI; BERNIZZONI; CIVARDI, 2008), podem alterar a movimentação de assimilado, alterando a relação fonte:dreno e consequentemente, as taxas fotossintéticas.

Na videira, em relação à fenologia, a atividade fotossintética aumenta substancialmente durante os primeiros 30 a 40 dias após a brotação, sendo máxima quando as folhas alcançam seu tamanho final (KRIEDMAN; KLEWER, HARRIS, 1970). Nas duas ou três semanas após a brotação, o movimento dos assimilados ocorre predominantemente, em direção as pontas dos ramos, os quais dependem de carboidratos e compostos nitrogenados armazenados em outras partes da planta. Entre o crescimento dos frutos e a mudança de cor das bagas, os fotossintatos se movem em direção a três drenos: a ponta dos ramos, os cachos e a planta em si. Durante a mudança de cor e a maturação completa os principais drenos são os cachos. Após a colheita, os tecidos lenhosos de armazenamento constituem drenos, sendo as raízes os principais (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

No entanto, Schultz e Stoll (2010), afirmam que folhas opostas ao cacho mantêm as maiores taxas de fotossíntese até o mês antes da colheita. Dessa forma, verifica-se que a elevada demanda por fotoassimilados associada com a maturação da uva, tem o potencial de manter ou aumentar a taxa fotossintética da videira.

Em geral, percebe-se que a videira tem suficiente plasticidade para adaptar seu desenvolvimento a uma amplitude de regimes de luz. Esta plasticidade se relaciona com a habilidade do aparelho fotossintético de adaptar-se a radiação incidente, o que torna importante o estudo da taxa fotossintética para o rendimento dessa capacidade (DAI et al., 2011).

1.8 Maturação das uvas

A qualidade da uva é fundamental para a produção de vinhos, sendo que o nível de maturação é um dos principais fatores para bom produto final. A maturação é a consequência de diversos processos fisiológicos e bioquímicos dos frutos, os quais são influenciados pelos fatores ambientais, genéticos e nutricionais (RYBÉREAU-GAYON et al., 2006).

O período de maturação das uvas abrange o período que vai da mudança de cor até a colheita, normalmente com duração de 30 a 80 dias, dependendo da variedade de uva e da região de cultivo (AMORIM et al., 2006). Durante este período o desenvolvimento da baga é dividido em três fases (**Figura 1.4 A**), caracterizado por duas curvas sigmóides denominadas de fase I e III, com um período intermediário plano entre elas, representando a fase II (KENNEDY, 2002, MULLLINS; BOUQUET; WILLIANS, 2007), ocorrendo diversas modificações na composição química da uva (**Figura 1.4 B**).

A fase I é caracterizada pelo crescimento das sementes e do pericarpo. Durante as primeiras semanas, ocorre a divisão celular e até o final desta fase o número total de células nas bagas é estabilizado, ocorrendo então à expansão do volume das bagas com o acúmulo de solutos (KENNEDY, 2002). Nesse período a clorofila é o pigmento predominante, as bagas apresentam atividade metabólica intensa caracterizada pela intensa taxa de respiração celular e acúmulo de ácidos (REYNIER, 1995; GIOVANNINI, 1999; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Durante esta primeira fase também são formados vários outros compostos importantes para a qualidade do vinho, como por exemplo, os minerais (POSNER; KLIWER, 1985), aminoácidos (STINES et al., 2000) e compostos aromático, como por exemplo, as metoxipirazinas (ALLEN et al., 1999).

O início da fase II é caracterizado pelo pequeno crescimento do pericarpo e amadurecimento da semente. O conteúdo de clorofila e as taxas de fotossíntese e respiração decrescem. Neste estágio, a baga apresenta altos teores de ácidos, inicia a síntese de açúcar, a perda de clorofila e inicia o período de mudança de cor (TONIETTO; CARBONNEAU, 199).

Durante a fase III ocorre a maturação. O início da maturação das bagas é também conhecido pela palavra “*veraison*”. Esta palavra é derivada do francês que mundialmente significa troca de coloração das bagas das uvas, iniciando assim a fase da maturação (COOMBE, 1992). Nessa fase ocorrem profundas modificações fisiológicas como a parada do crescimento dos ramos (dependendo da região), parada temporária do aumento das bagas, mudança de coloração da epiderme, diminuição da acidez, aumento do pH e acúmulo de

açúcar: a glicose e a frutose (KENNEDY, 2002; MOTA et al., 2006; LEMOIGNE et al., 2008).

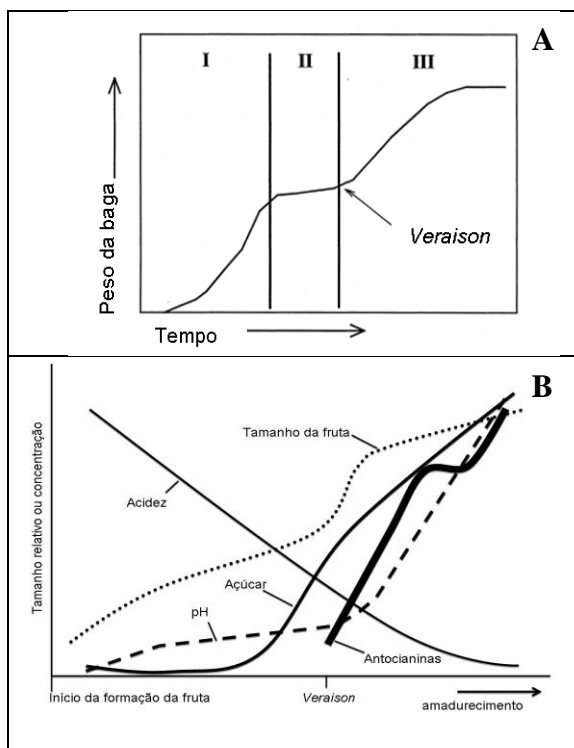


Figura 1.4. Desenvolvimento da baya da uva. (A) Demonstração das três fases do período da maturação (KENNEDY; MATTHEWS; WATERHOUSE, 2000). (B) Evolução físico-química da uva durante a maturação das uvas (WATSON, 2003).

Nesta fase a sacarose produzida pela fotossíntese é transportada para as bagas, e na sequência, a sacarose é hidrolisada em frutose e glicose (ROBINSON, 1996). As bagas perdem a dureza na consistência, e assumem, progressivamente, a coloração típica da variedade: do verde, passam ao amarelo nas uvas brancas (pigmentação dos flavonóis), e ao vermelho-violáceo nas uvas tintas

(pigmentação das antocianinas), desaparecendo assim a clorofila (RYBÉREAU-GAYON, 2006; CONDE et al., 2007).

A maturação da uva é monitorada a partir da mudança de cor, de modo avaliar o momento mais propício para a realização da colheita e obter uma composição adequada do ponto de vista enológico (RYBÉREAU-GAYON, 2006). São acompanhadas as variações nos teores de açúcares e de ácidos orgânicos presentes na polpa das bagas (SCHALKWYK; ARCHER, 2000). Com esses dados se estabelece a maturação tecnológica.

No entanto, o monitoramento da maturação fenólica também é um parâmetro importante, sendo o ponto ideal de colheita quando as bagas apresentam elevadas concentrações de antocianinas (KENNEDY, 2002). Esses parâmetros são responsáveis pela cor e estrutura dos vinhos (CABRITA et al., 2003; RYBÉREAU-GAYON et al., 2006; BONGHI et al., 2012).

Já a maturação aromática corresponde à diminuição das notas vegetais (SCHNEIDER et al., 2002), como por exemplo do composto 2-metoxi-3-isobutilpirazina (IBMP) que proporciona aroma de pimentão verde (FALCÃO et al., 2010). Porém, as maturações tecnológicas e fenólicas são as mais utilizadas como indicador para monitorar o período de maturação e ponto ideal de colheita da uva (ROBREDO et al., 1991).

1.9 Principais compostos presentes nas uvas e nos vinhos

A composição das uvas é influenciada pelo genótipo, fatores ambientais e práticas culturais (DAI et al., 2011; GONZÁLEZ-NEVEZ et al., 2011).

A baga da uva é formada pela semente, polpa e casca. Estes órgãos possuem diferentes composições, contribuindo distintamente para o vinho (MATEUS et al., 2001; KENNEDY, 2002).

A casca representa cerca de 5 a 10% do peso da baga, sendo responsável pela pigmentação, sabor e aroma (LECAS; BRILLOUET, 1994). A polpa constitui, aproximadamente, 78% do peso da baga, sendo composta de açúcares (glucose e frutose), ácidos orgânicos (tartárico e málico), cátions minerais (principalmente potássio), compostos nitrogenados (proteínas, amônias e

aminoácidos), substâncias pécticas (polímeros de ácido galacturônico) e compostos fenólicos não flavonóides. A semente representa cerca de 4% do peso, sendo responsável pela qualidade final do vinho, pois contribui significativamente com compostos (procianidinas) responsáveis pelos atributos de adstringência e amargor (Watson, 2003).

1.9.1 Açúcares

Os açúcares das uvas apresentam importância tanto na determinação da concentração de álcool após a fermentação, quanto para síntese de ácidos orgânicos, fenólicos e compostos aromáticos (DAI et al., 2011).

O acúmulo dos açúcares nas uvas é dependente da fotossíntese e da alocação de sacarose das folhas, sendo esta posteriormente hidrolisada em glicose e frutose nas bagas. Este acúmulo representa uma significativa mudança no modelo de translocações dos produtos fotossintetizados (RYBÉREAU-GAYON et al., 2006). À medida que os frutos vão se desenvolvendo, o teor de açúcares vai aumentando gradativamente nas bagas (OLLAT et al., 1998; COOMBE; MCCARTHY, 2000). A concentração de açúcares nas bagas depende da superfície foliar fotossinteticamente ativa, da utilização de energia para a manutenção do metabolismo vegetal e da translocação dos fotoassimilados para os cachos. Além disso, o seu acúmulo nas bagas também depende da atividade de enzimas envolvidas na síntese e degradação de carboidratos (CONDE et al., 2007).

A glucose e a frutose são os principais açúcares presentes nas uvas. Desta forma, o vinho é o produto da transformação fermentativa dos açúcares da uva em álcool e em outros produtos secundários. Para a determinação do ponto de colheita, visando à elaboração de vinhos, o teor de sólidos solúveis totais na uva é um dos critérios mais importantes, sendo que os açúcares representam aproximadamente 90% deste índice (GUERRA, 2002; RYBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Existe uma elevada variabilidade genética na composição e na concentração de açúcares na *Vitis vinifera* L. (DAI et al., 2011). Segundo Kliewer (1967), em estudos com 78 variedades de *Vitis*

vinifera L. incluindo brancas e tintas, relatou teores de maturação adequada na concentração total de açúcares mensuradas em sólidos solúveis totais (SST), de 18,7 a 27 °Brix, demonstrando elevada variação conforme a variedade.

Na fermentação alcoólica, as leveduras presentes no mosto da uva transformam os açúcares em álcool etílico e gás carbônico. Assim para obtenção de 10 °GL no futuro vinho, são necessárias 180 gramas de açúcar por litro de mosto, pois sabe-se que, para a obtenção de 1°GL de álcool, são necessárias 18 gramas de açúcar da uva (GUERRA et al., 2002). Desta forma, para que se atinja 10,7°GL de álcool potencial no vinho, é necessário que a uva atinja durante a maturação um mínimo de 18 °Brix (RYBÉREAU-GAYON et al., 2006). Segundo Watson (2003), o potencial alcoólico de um vinho pode ser estimado a partir do teor de sólidos solúveis totais das bagas, multiplicando-se por 0,55 para uvas tintas e 0,60 para uvas brancas.

1.9.2 Ácidos orgânicos

A acidez da uva na maturação é devida essencialmente aos ácidos tartárico e málico que representam juntos 90% da acidez total, e ácido cítrico representando de 5-10% (CONDE et al., 2007; BLOUIN; GUIMBERTEAU, 2000).

Ao contrário do que ocorre com os açúcares, o teor dos ácidos vai diminuindo à medida que a uva vai maturando. Esta diminuição ocorre devido à diluição dos ácidos através da entrada de água nas bagas e pela combustão respiratória, em que o principal substrato da respiração é o ácido málico e o ácido tartárico (OLLAT et al., 2002, CONDE et al., 2007).

O teor mais elevado de ácido málico nas uvas é encontrado no início da maturação. Nesta fase, observa-se a degradação de alguns compostos, que neste caso, determinam a redução do teor de ácido málico, que será tanto mais rápida quanto mais elevada à temperatura. A acidez nas uvas e nos vinhos depende principalmente da taxa de concentração entre ácidos orgânicos livres (DAI et al., 2011).

A videira é uma das poucas espécies na qual o ácido tartárico está presente em quantidade elevada (CHAMPAGNOL,

1984; FAVAREL, 1994). O ácido cítrico também se encontra na composição desta fração orgânica da uva (GUERRA, 2002). Este ácido, assim como o málico, está largamente difundido na natureza, mas encontra-se em maior quantidade nas plantas cítricas e, em pequena quantidade nas uvas (RIZZON; SGANZERLA, 2007; DAI et al., 2011).

Segundo Kliewer et al. (1967), em estudos com 78 variedades de *Vitis vinifera* L. brancas e tintas, descreveu uma variabilidade na concentração de acidez total na colheita de 54 a 125 meq.L⁻¹.

1.9.3 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos estão amplamente distribuídos no reino vegetal. São definidos como substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, nas formas simples ou polímeros (ÂNGELO; JORGE, 2007). Entre as frutas a uva é uma das maiores fontes de compostos fenólicos, os quais são encontrados principalmente na epiderme e na semente, apresentando pouco conteúdo na polpa. Esses compostos são responsáveis por diversos atributos nos vinhos, como por exemplo, cor, sabor e aroma (SANA et al., 2008)

A formação desses compostos ocorre pelo metabolismo secundário das plantas, através da glicose (GONZÁLEZ-NEVEZ et al., 2011; COHEN et al., 2012). Nas plantas, os açúcares provenientes da fotossíntese podem seguir duas distintas rotas metabólicas: a via dos metabolitos primários, que é destinada a respiração celular e produção de ATP, bem como síntese de aminoácidos, carboidratos, lipídeos e nucleotídeos. A outra rota é a via da síntese dos metabolitos secundários específicos para cada grupo vegetal, sendo para a videira a via do ácido chiquímico, formando os compostos fenólicos (CONDE et al., 2007).

Os compostos fenólicos apresentam grande importância para o crescimento e a reprodução das plantas, atuando também como antipatógenos (condições de estresse, como infecções, ferimentos) e proteção contra as radiações UV (RUSJAN; VERBERIC, 2012). Ainda contribuem na pigmentação, adstringência, aromas e estabilidade oxidativa. Na viticultura estes compostos são

responsáveis pela composição qualitativa e organoléptica dos vinhos, como a cor, corpo e adstringência (NACZK; SHAHIDI; 2004).

Os principais compostos fenólicos encontrados nas uvas e nos vinhos são classificados em: não-flavonóides e flavonóides (GONZÁLEZ-NEVEZ et al., 2011; GUILFORD; PEZZUTO, 2011).

Os compostos não-flavonóides compreendem os ácidos fenólicos e seus derivados como os estilbenos, o qual pertence o resveratrol (GONZÁLEZ-NEVEZ et al., 2011).

Os ácidos fenólicos constituem dois grupos, os derivados do ácido hidroxibenzóico e os derivados do ácido hidroxicinâmicos (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Dentre os ácidos hidrobenzóicos, os principais são: ácido vanílico, salicílico, gálico e siringico (GONZÁLEZ-NEVEZ et al., 2011). Já os derivados do ácido hidroxicinâmico, são compostos pelos ácidos *p*-cumárico, caféico e ferúlico. Os principais são ácidos ferúlico, *p*-cumárico e o cafeico (GONZÁLEZ-NEVEZ et al., 2011). Os ésteres hidroxicinâmicos são importantes nos vinhos brancos por estarem na polpa das uvas (DI STEFANO; CRAVERO; GUIDONI, 1990). Embora individualmente apresentem baixas concentrações, coletivamente apresentam papel fundamental relacionado aos aromas e ao gosto dos vinhos (ALLEN, 1992).

Dos estilbenos, o resveratrol (3-4-5-hidroxiestilbeno) é o composto majoritário presente nas uvas e nos vinhos, principalmente, tintos. Pode ser encontrado na forma de dois isômeros: *cis* e *trans*-resveratrol, assim como na forma glicosilada. A forma *trans* é predominante nas uvas, localizadas nas cascas, sendo que a forma *cis* não está naturalmente presente nas uvas, no entanto pode ser produzida por radiação UV, assim como pode ser encontrado na maioria dos vinhos devido às técnicas de vinificação (MONAGAS et al., 2005). O mecanismo de defesa contra patógenos, esta relacionada com a síntese de estilbenos na plantas, como mecanismo de defesa, pela inibição de enzimas fúngicas (BAVARESCO et al., 2012; RUSJAN et al., 2012; YÁÑEZ et al., 2013).

O conteúdo de resveratrol pode variar de acordo com a variedade da uva, fatores climáticos e práticas culturais (MORENO; CASTRO; FALQUE et al., 2008; GONZÁLEZ-NEVEZ et al., 2011). Já nos vinhos, os teores de resveratrol são influenciados pelas técnicas de vinificação, como tempo de maceração e também durante

o envelhecimento (STERVBO; VANG; BONNESEN, 2007). Esse composto apresenta atividade antioxidante na saúde humana, bem como na inibição da oxidação do LDL (low-density lipoprotein) (FRANKEL; WATERHOUSE; TEISSEDE, 1995; BERTELLI; DAS, 2009; GRIS et al., 2011).

Os compostos flavonóides representam o maior grupo de polifenóis encontrados nos alimentos (SCALBERT; WILLIANSO, 2000), apresentando elevado poder antioxidante (SOOBRATTEE et al., 2005). Estes compostos se caracterizam por um esqueleto básico e comum de C6-C3-C6. Os flavonóides mais comuns presentes nas uvas e nos vinhos tintos abrangem as antocianinas, os flavanóis e flavonóis. Esses compostos são responsáveis pelas características de cor e estrutura dos vinhos (DOWNEY; DOKOOZLIAN; KRSTIC, 2006; SPÁCIL; NOVÁKOVÁ; SOLIDH, 2008).

As antocianinas estão largamente distribuídas na natureza e são responsáveis pelos pigmentos (das cores azuis, violeta e todas as tonalidades de vermelho), encontrados das flores, frutos, caules e raízes, localizados nos vacúolos das células vegetais (SAONA-RODRIGUEZ; GIUSTI; WROLSTAD, 1998). Nas uvas, as antocianinas encontram-se principalmente nas cascas e raramente são encontradas na polpa (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). As antocianinas são responsáveis pela proteção de radiação UV (ultra violeta) e defesa contra patógenos (MARTENS et al., 2003). Na saúde apresentam propriedades anticancerígenas (KONG et al., 2003), atividade antioxidante (HE et al., 2010) e proteção contra doenças vasculares (FALCHI et al., 2006).

Nas uvas de variedades *Vitis vinifera* L. as principais antocianinas são: cianidina, peonidina, malvidina, petunidina, delfinidina, com predominância de malvidina-3-glicosídeo (DAI et al., 2011). Segundo Guidoni et al. (2008), os teores desses compostos dependem da variedade, como por exemplo, as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot, Syrah e Tempranillo são caracterizadas por apresentarem maiores proporções de malvidina, no entanto a variedade Nebbiolo é típica a prevalência de peonidina-3-glucoside.

Os teores e a composição das antocianinas presentes nas uvas tintas dependem da variedade, estágio de maturação das bagas, fatores ambientais e práticas culturais (OLLÉ et al., 2011). Nos

vinhos elas dependem da forma de vinificação e oxidação (HE et al., 2010).

A diferença na quantidade de compostos fenólicos dos vinhos tintos e brancos não se deve apenas à presença das antocianinas, mas também aos processos de fabricação para obtenção do vinho. Em alguns tipos de vinhos tintos, as uvas são esmagadas com o engaço, casca e semente, gerando maior quantidade de compostos fenólicos (FRANKEL et al., 1995).

Durante a fase de maturação dos vinhos tintos, desde o fim da fermentação até ao engarrafamento, a presença de oxigênio é responsável por transformações químicas dos pigmentos responsáveis pela cor, essenciais ao envelhecimento. Assim, pode ocorrer uma auto-oxidação do etanol, que em presença de compostos fenólicos origina pequenas quantidades de acetaldeído, que por sua vez provoca a co-polimerização de antocianinas e taninos (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Os flavonóis são compostos oriundos da biossíntese dos flavonóides, caracterizados pela presença de uma instauração no anel heterocíclico e um grupamento hidroxila na posição 3. Nas uvas concentram-se nas cascas (MATTIVI et al., 2006) na forma de glicosídeos, no entanto, por serem susceptíveis a hidrólise, nos vinhos encontram-se na forma livre (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Embora seja uma família minoritária nas uvas, podem ter um papel importante na evolução da cor dos vinhos tintos através de processos de co-pigmentação com as antocianinas (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Os flavonóis possuem uma cor amarela, mas não são considerados muito importantes para a cor dos vinhos brancos (ALLEN, 1992). O principal flavonol das uvas é a quercetina encontrada em maiores concentrações, no entanto, em vinhos tintos pode-se destacar além da quercetina, o campferol e a miricetina (MATTIVI et al., 2006). Segundo Jackson (2008), o flavonol predominante nas variedades de *Vitis vinifera* L. é o campferol, enquanto que nas variedades de *Vitis lambrusca* é a quercetina. Nos vinhos brancos, esses compostos apresentam poucas quantidades, pois na elaboração destes, as cascas são separadas do mosto, tendo tempo insuficiente para extração desses compostos (MATTIVI et al., 2006).

Dos flavanóis presentes nas uvas os principais são os flavan-3-óis e proantocianidinas. O primeiro grupo encontra-se, principalmente, na forma livre representado por (+) – catequina e (-) epicatequina, sendo que nas uvas a catequina esta em maiores concentrações. Esses compostos são extraídos das cascas e sementes das uvas durante o processo de vinificação e envelhecimento do vinho, sofrendo transformações estruturais através de reações de oxidação e condensação que influenciam na adstringência e cor dos vinhos (MATEUS et al., 2003). Em vinhos brancos onde existe um limitado contacto com as películas, as catequinas são os principais flavonóides. Estes compostos são os responsáveis pelo acastanhamento dos vinhos brancos ou tintos e por algum amargor (ZOECKLEIN et al., 1995).

As proantocianidinas, denominadas como taninos condensados, sendo representados pelas procianidinas que são oligômeros e polímeros de (+) catequina e (-) epicatequina. Nos vinhos a procianidina majoritária é a B1. O vinho apresenta propriedades químicas diversas, como quelantes de metais, capacidade de complexação com macromoléculas que refletem na clarificação e estabilização do vinho. Além disso, apresentam importantes propriedades farmacológicas como atividades antioxidantes, antiinflamatória e anticancerígenos (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

A síntese e o acúmulo dos compostos fenólicos são grandemente influenciados pelas condições do meio, incluindo a luz, temperatura do ar, altitude, tipo do solo, disponibilidade hídrica, estado nutricional, incidência de doenças, entre outros processos de desenvolvimento (DOWNEY; DOKOOZLIAN; KRSTIC, 2006; DAI et al., 2011).

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA E REQUERIMENTO TÉRMICO DE 12 VARIEDADES AUTÓCTONES ITALIANAS NA REGIÃO DE CAMPOS DE PALMAS EM ÁGUA DOCE - SC - BRASIL

CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA E REQUERIMENTO TÉRMICO DE 12 VARIEDADES AUTÓCTONES ITALIANAS NA REGIÃO DE CAMPOS DE PALMAS EM ÁGUA DOCE-SC - BRASIL

RESUMO

O conhecimento das características fenológicas das plantas, em específico para a videira (*Vitis vinifera* L.) é muito importante, pois se relaciona com sua adaptação ao clima, refletindo consequentemente no seu desenvolvimento fisiológico. A interação entre os fatores climáticos e as variedades, bem como as técnicas de cultivo são responsáveis pela potencialidade de cada região, e pela produtividade e qualidade das uvas. Devido a isso, o objetivo desse estudo foi caracterizar o clima da região de Campos de Palmas em Água Doce - SC, e relacioná-lo ao desenvolvimento fenológico de 12 variedades autóctones italianas, durante os ciclos 2009/10 e 2010/11. Foram avaliadas plantas da área experimental localizada na Vinícola Villaggio Grando, altitude de 1300 metros, implantadas em 2006, com espaçamento 1,5 x 3,0 metros e sistema de condução tipo espaldeira. Avaliaram-se 12 variedades de videira, sendo as tintas: Aglianico, Ancellotta, Lambrusco, Malvasia Nera, Negro Amaro, Nero d'Avola, Primitivo, Sangiovese e Rebo; e as brancas: Fiano, Garganega e Vermentino. Os dados climáticos foram obtidos de estações meteorológicas da Epagri/CIRAM. Os principais estádios fenológicos acompanhados foram brotação, floração, maturação e maturação completa (colheita). A partir dos dados climáticos, observou-se que as temperaturas médias entre setembro a abril (ciclo vegetativo e reprodutivo da videira) foram de 17,3°C (ciclo 2009/10), 16,7°C (ciclo 2010/11) e 16,5°C (média climatológica – 1961 a 2011). Através do somatório térmico, Água Doce - SC foi classificada no índice de Winkler como “Região II”, apresentando a mesma classificação de renomadas regiões vitícolas como: Bordeaux/França, Perugia/Itália, Napa Valley/EUA. Ambos os ciclos estudados apresentaram elevados índices de precipitação devido ao fenômeno do *El Niño*, sendo que durante a maturação o ciclo

2009/10 e 2010/11 foram respectivamente 26% e 14% mais chuvosos que a média climatológica (série histórica). Durante o ciclo fenológico, o somatório térmico médio das variedades foi de 1740 GDD, com extensão de 205 dias (2009/10), e de 1463 GDD, com 187 dias (2010/11). Em média, as variedades de maior duração de ciclo fenológico foram a Lambrusco (210 dias) e Sangiovese (208 dias), e as de menor extensão a Garganega (180 dias) e a Vermentino (184 dias). No entanto, verificou-se um alto coeficiente de variação entre datas e duração dos eventos fenológicos relacionados aos diferentes ciclos e variedades, sendo provavelmente influenciadas pelas condições climáticas anuais. Com esses resultados verifica-se que as condições térmicas nos ciclos 2009/10 e 2010/11 na região de estudo foram ideais para desenvolvimento fenológico das variedades estudadas.

Palavras-chave: videira, fenologia, clima, adaptação de variedades.

2.1 Introdução

A viticultura brasileira esta em plena expansão e nas últimas décadas vem se destacando por plantios de videira (*Vitis vinifera* L.) em novas regiões. Essas localidades vêm desenvolvendo uma identidade pela sua diversidade em relação às diferentes condições ambientais, sistemas de cultivo e recursos genéticos com ampla variabilidade (CAMARGO; TONIETTO; HOFFMANN, 2011).

O Estado de Santa Catarina é um dos maiores produtores brasileiros de uvas destinadas a vinhos finos, sendo recente na atividade, principalmente nas zonas de elevada altitude, acima de 900 metros do nível do mar, situadas no Planalto Serrano e Campos de Palmas (Região de Água Doce - SC). Recentes pesquisas relacionadas com as características climáticas destas zonas vêm demonstrando potencialidade na produção de uvas finas com elevada qualidade viti-enológica (GRIS et al., 2010, FALCÃO et al., 2010; BURIN et al., 2011; BORGHEZAN et al., 2011, MALINOVSKI et al., 2012a).

Os fatores ambientais apresentam forte relação com a fenologia da videira (JONES et al., 2010; CHEVET; LECOCQ; VISER, 2011; BOCK et al., 2011), entre esses fatores estão: a temperatura e umidade do ar, precipitação pluviométrica e radiação solar (FIORILLO et al., 2012). A interação destes fatores com o meio natural, em particular com o solo, assim como a variedade e as técnicas de cultivo, são responsáveis pela potencialidade de cada região bem como pela produtividade e qualidade das uvas (DELOIRE et al., 2005; HUNTER; BONNARDOT, 2011).

A temperatura do ar durante o desenvolvimento da videira é um dos fatores mais importantes para definir época e a velocidade (tempo) das diversas fases fenológicas (MYBURGH, 2005; HALL; JONES, 2010; JONES et al., 2010). Pode-se perceber essa relação, por exemplo, com: acúmulo de frio para superar a dormência (ANDREINI; VITI; SCALABRELLI, 2009); amplitude térmica no equilíbrio fotossintético/respiratório (GONZÁLEZ et al., 2007) e as temperaturas noturnas durante a maturação das uvas, que influenciam a formação das antocianinas (MORI et al., 2005; COZOLINO et al., 2010).

Diversos índices bioclimáticos (relacionados com a temperatura do ar) foram desenvolvidos, possibilitando a classificação de diversas regiões vitivinícolas, bem como a caracterização das exigências térmicas de todas as variedades para seu completo desenvolvimento. Entre esses principais índices, os mais utilizados são Índice de Winkler – IW (WINKLER et al., 1974) e o Índice de Huglin– IH (HUGLIN, 1978; HALL; JONES, 2010; JONES et al., 2010).

Nesse sentido, para determinar a potencialidade de novas variedades de videira em uma região, é importante estudos e pesquisas sobre características edafoclimáticas e adaptação das variedades através de estudos de fenologia, maturação das uvas e interação entre esses fatores (STEFANINI; IACONO, 2000; KADIR et al., 2007; FALLAHI et al., 2005; GRIS et al., 2010; BOCK et al., 2011; HUNTER; BONNARDOT, 2011).

As regiões de elevada altitude do Estado de Santa Catarina (acima de 900 metros ao nível do mar) estão demonstrando grande potencial para produção de variedades de videira (*Vitis vinifera* L.). Diferentes autores entre eles: GRIS et al. (2010); BURIN et al. (2011); BORGHEZAN et al. (2011) e MALINOVSKI et al. (2012a) evidenciam que o ciclo fenológico de diversas variedades é mais extenso nessas regiões, em relação as demais zonas vitivinícolas do Brasil, devido as particularidades do clima. No entanto essas regiões necessitam de maiores informações para o desenvolvimento dessa atividade, com intuito de averiguar a potencialidade local e as variedades promissoras.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo, caracterizar o clima da região de Campos de Palmas em Água Doce - SC, e relacioná-lo ao desenvolvimento fenológico de 12 variedades autóctones italianas, durante dos ciclos 2009/10 e 2010/11.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Material

Local e Amostras

O trabalho foi conduzido na área experimental da Vinícola Villagio Grando no município de Água Doce no Estado de Santa Catarina, coordenadas 26°43'53"S e 51°30'26"W e com altitude de 1300 metros.

O solo do vinhedo é caracterizado como cambissolo húmico (EMBRAPA, 2006). Antes do plantio o solo foi corrigido conforme recomendações para o cultivo da videira (CQFS-RS/SC, 2004). A análise química do solo encontra-se no **Anexo C**.

A implantação do vinhedo foi realizada em 2006, sendo as plantas conduzidas em sistema espaldeira, a 1,0 metro de altura do solo, com três fios de arame, espaçamento de 1,5 m entre plantas e 3,0 m entre linhas e orientadas no sentido norte-sul. A poda foi conduzida em sistema de duplo cordão esporonado, deixando-se duas gemas por esporão.

Foram avaliadas 12 variedades, sendo as tintas: Aglianico, Ancellotta, Lambrusco, Malvasia Nera, Negro Amaro, Nero d'Avola, Primitivo, Sangiovese e Rebo; e as brancas: Fiano, Garganega e Vermentino.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando 5 repetições de 8 plantas de videira, com um total de 40 plantas.

2.2.2 Métodos

Caracterização Climática

O monitoramento climático foi realizado através das seguintes variáveis: temperatura diária máxima, média e mínima do ar, precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, insolação e unidades de frio. Esses dados foram obtidos das estações meteorológicas da Epagri/CIRAM (Empresa de Pesquisa

Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina).

Pelo fato da estação meteorológica de Água Doce-SC ter sido instalada somente no ano de 2010, a estação meteorológica localizada em Caçador foi adotada como referência climática para as normais climatológicas (série histórica). Esta estação foi escolhida por ser a mais próxima do vinhedo, apresentar características climáticas semelhantes e possuir dados consistentes (**Apêndice A**).

Dessa forma, para a caracterização climática local, utilizaram-se as normais climatológicas de dados da estação meteorológica convencional de Caçador/SC, no período de 1961 a 2011, e como referência local usou-se a base de dados da estação meteorológica da Área Experimental de Água Doce - SC.

Assim, foram realizadas correlações entre as normais climatológicas de Caçador e os dados existentes da estação da área experimental de Água Doce - SC (2010/11) para estimar valores de temperatura do ar, obtendo-se as seguintes fórmulas: T máxima: $y=0,9711x-1,4076$ ($R^2 = 0,93$); T mínima: $y=0,825x+1,2744$ ($R^2=0,80$) e T média: $y=0,8143x + 1,4766$ ($R^2=0,73$), sendo “y” o valor da temperatura da estação meteorológica de Caçador e “x” a temperatura estimada para Água Doce-SC.

Com os dados de temperatura do ar, calculou-se o de Soma Térmica, expresso em GDD (growing degree-days) e classificados conforme Winkler (WINKLER et al., 1974; JONES et al., 2010), e o Índice de Huglin (IH), de acordo com as equações 1 e 2, respectivamente:

$$GDD = \sum \text{máximo} \{ [(T_{\text{máxima}} + T_{\text{mínima}})/2] - 10, 0 \} ; \text{ (Equação 1)}$$

$$IH = \sum \text{máximo} \{ [[(T_{\text{média}} - 10) + (T_{\text{máxima}} - 10)] / 2, 0 \} * k; \text{ (Equação 2)}$$

Para o Índice de Huglin, o coeficiente k é um ajuste entre a latitude e o comprimento do dia, sendo considerado de 1,02 a 1,06 para as latitudes entre 40° e 50° (HUGLIN, 1978; HALL; JONES, 2010). No entanto, foi realizada uma correlação entre esses valores e a latitude do vinhedo de Água Doce - SC (localizado a 26°), obtendo-se o valor de $k = 0,964$.

Para o cálculo de ambos os índices, considerou-se a temperatura base de 10°C (térmica mínima necessária ao desenvolvimento da videira) (HALL; JONES, 2010; JONES et al., 2010), sendo calculado entre os subperíodos da brotação à maturação completa (colheita) para cada variedade. A comparação entre os ciclos foi realizada obtendo-se como referência a média total das datas e da extensão de cada subperíodo entre todas as variedades.

O Índice de Frio Noturno (IF) foi determinado considerando as condições térmicas durante a maturação, conforme fórmula proposta por Tonietto (1999), descrito por Tonietto e Carbonneau (2004):

$$IF = Tn_3$$

Onde, Tn_3 é a temperatura mínima do ar no mês de março (hemisfério sul). A classificação do IF foi realizada conforme Tonietto e Carbonneau, (2004).

As unidades de frio foram calculadas segundo metodologia de Braga et al. (1987) através do método UTAH, utilizando o programa computacional da EPAGRI. Esse método baseia-se na interpolação de três valores diários de temperatura: às 6:h00; às 15h00 e às 21h00; para obtenção de estimativas de temperaturas horárias, gerando um arquivo automático.

Para os parâmetros climáticos, foram determinadas as “anomalias”. Esse termo é definido como o desvio em relação ao valor normal, ou seja, se refere à diferença do ciclo estudado em relação à normal climatológica (série histórica). Assim, os dados gerados podem ser positivos quando superiores ao esperado (normal climatológica) ou negativo quando inferiores ao esperado (normal climatológica).

Caracterização Fenológica

Para a definição dos estádios fenológicos da videira utilizou-se a escala BBCH (LORENZ et al., 1995). Os principais estádios de desenvolvimento descritos foram: Brotação (BBCH07) - considerada quando 50% das gemas estavam no estágio de ponta verde; Floração

(BBCH65) - quando 50% das flores estavam abertas; Maturação (BBCH85) - sendo 50% das bagas mudaram de coloração; e Maturação completa (colheita) - estabelecida com base na avaliação da composição química e sanidade das uvas. Dessa forma, caracterizou-se o número de dias entre cada subperíodo fenológico (BOCK et al., 2011).

2.2.3 Análise estatística

Os dados climáticos foram submetidos à regressão linear, e a estatísticas descritivas (valores absolutos, médias, desvio padrão e somas mensais) referentes a cada subperíodo fenológico. Para o cálculo das anomalias das temperaturas utilizou-se o valor dos ciclos estudados em relação à média climatológica (1961 – 2011) do respectivo mês. Os cálculos foram realizados através do software Statistica 7 (STATSOFT, 2007).

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Caracterização climática

As anomalias mensais das temperaturas do ar máxima, média e mínima, dos ciclos 2009/10 e 2010/11, estão representadas nas Figuras 2.1, 2.2 e 2.3.

Observaram-se anomalias positivas mais frequentes no ciclo 2009/10, ficando evidente que foi um ciclo mais quente em relação ao posterior. A maior anomalia observada foi no mês de novembro de 2009, com 3°C acima da média histórica, aproximadamente. Segundo observações da Epagri/CIRAM, este mês foi considerado mais quente que o normal em todas as regiões do Estado catarinense, com anomalias superiores a 3°C em diversas localidades, como por exemplo: 4.0°C em Videira, 3.9°C em Major Vieira, 3.7°C em Urussanga e 3.5°C em São Joaquim (Epagri/CIRAM, 2012).

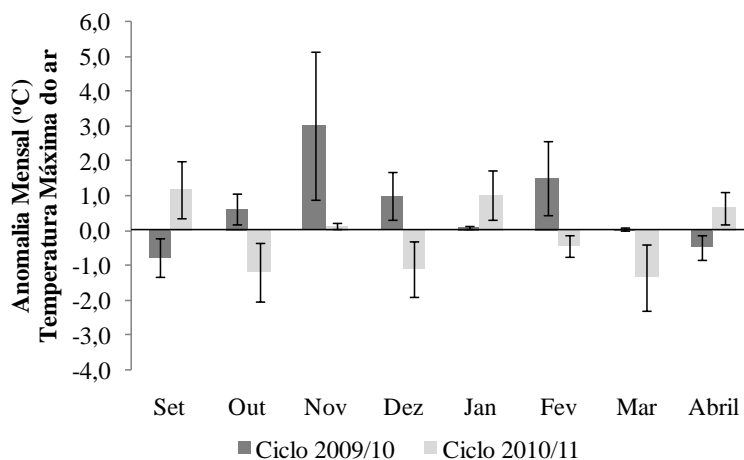


Figura 2.1. Anomalias (1961 – 2011) das médias da temperatura máxima mensal e o desvio padrão, durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (*Vitis vinifera* L), na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.

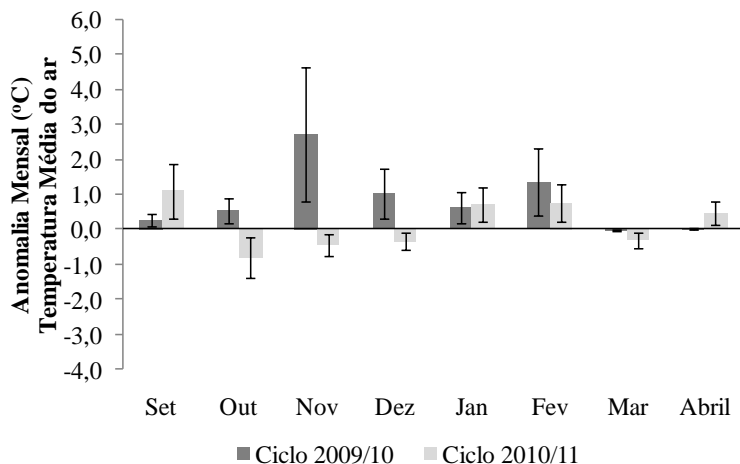


Figura 2.2. Anomalias (1961 – 2011) das médias da temperatura média mensal e o desvio padrão, durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (setembro a abril), na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.

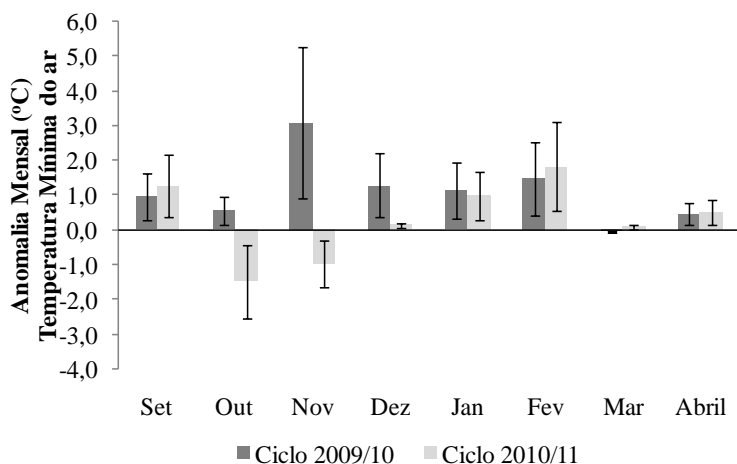


Figura 2.3. Anomalias (1961 – 2011) das médias da temperatura mínimas e o desvio padrão, durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (*Vitis vinifera* L.), na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.

Considerando o ciclo fenológico da videira (setembro a abril) verificou-se que os valores absolutos da temperatura do ar máxima e mínima, foram de 31,1°C (05/02/2010) e 2,5°C (20/09/2009) no ciclo 2009/10 e de 27,9°C (08/01/11) e 3,1°C (11/11/10) no ciclo 2010/11, respectivamente. O maior valor de temperatura máxima do ar registrado ao longo da série histórica foi de 33,7°C (16/11/1985), enquanto que -7°C (03/09/1964) foi o menor valor de temperatura mínima. Ou seja, ao longo dos ciclos analisados 2009/10 e 2010/11, estes respectivos valores não foram superados, como por exemplo, com valores de temperatura mínima do ar superior a 0°C.

As médias das temperaturas máximas e médias (entre a brotação e a colheita) foram mais elevadas no ciclo 2009/10 em relação às médias históricas e ao ciclo 2010/11 (**Figuras 2.4 e 2.5 e Apêndice B**). Em relação à temperatura mínima, os dois ciclos apresentaram valores mais elevados que a média histórica, com anomalias positivas de temperatura mínima (**Figura 2.6 e Apêndice B**). Observações semelhantes também foram feitas por Back et al. (2012) e Campos (2011) em Santa Catarina e região Sul do Brasil; Malheiro et al. (2010) e Jones et al. (2005) na Europa e Sadras et al. (2012) na Austrália (Barossa Valley), ao verificarem que o aumento nas temperaturas mínimas anuais é uma tendência climática mundial.

Nos meses que ocorreram as brotações (setembro e outubro), verificou-se que setembro, em ambos os ciclos, as temperaturas médias tiveram leve aumento em relação aos meses anteriores, estimulando a brotação. No entanto no mês de outubro do ciclo 2010/11 ocorreu uma pequena queda na temperatura, retardando a brotação das variedades mais tardias.

As temperaturas do ar mais elevadas durante os ciclos acompanhados foram entre a floração e o início da maturação (novembro-fevereiro), apresentando valores médios das temperaturas máximas de 24,9°C e 23,6°C e temperaturas mínimas de 15,2°C e 14,4°C, respectivamente, para o ciclo 2009/10 e 2010/11.

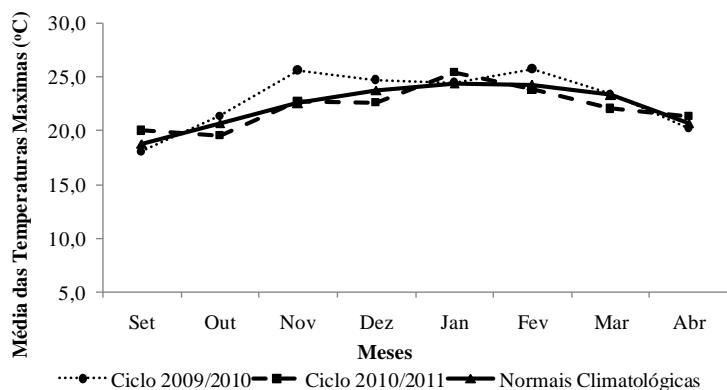


Figura 2.4. Médias mensais da temperatura máxima do ar ($^{\circ}\text{C}$), das normais climatológicas (1961 a 2011) e dos ciclos 2009/10, 2010/11, durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (*Vitis vinifera* L.), na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.

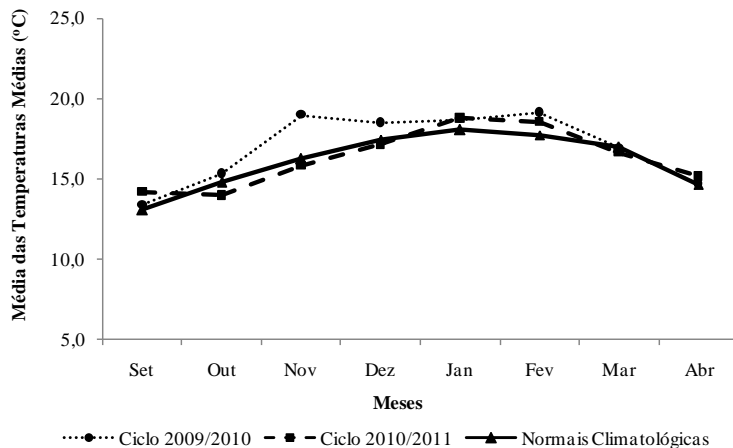


Figura 2.5. Médias mensais da temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$), das normais climatológicas (1961 a 2011) e dos ciclos 2009/10, 2010/11, durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (*Vitis vinifera* L.), na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.

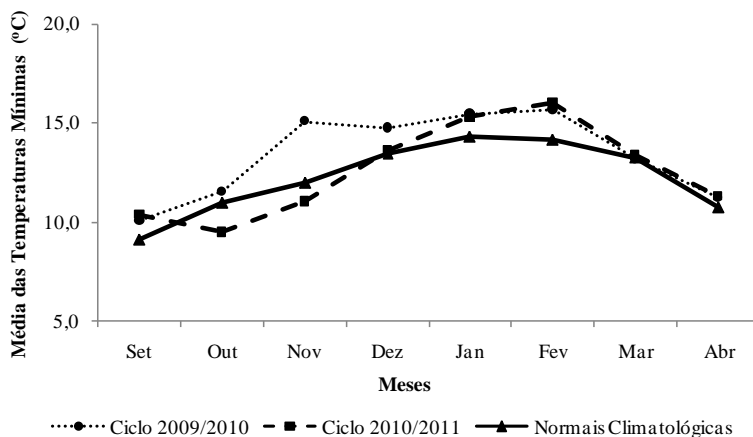


Figura 2.6. Médias mensais da temperatura mínima do ar (°C), das normais climatológicas (1961 a 2011) e dos ciclos 2009/10, 2010/11, durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (*Vitis vinifera* L.), na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.

Durante a maturação das uvas (fevereiro, março e abril), os valores médios das temperaturas mínimas do ar foram de 11,2°C a 15,7°C (maturação do ciclo 2009/10) e 11,3°C a 16,0°C (maturação do ciclo 2010/11). As médias das temperaturas máximas do ar variaram de 20,2°C a 25,8°C (maturação do ciclo 2009/10) e de 21,4°C a 23,8°C (maturação do ciclo 2010/11). Segundo Back et al. (2012), temperaturas extremas acima de 35°C (registradas em estações meteorológicas), inibem ou bloqueiam os processos fisiológicos e bioquímicos da videira, sendo prejudicial a cultura. No entanto, as temperaturas observadas durante todo o ciclo fenológico demonstram potencial para o desenvolvimento vitícola da região.

Em estudos climáticos em Barossa Valley - Austrália, Sadras et al. (2012) evidenciaram que o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira de 2009/10 apresentou temperaturas superiores ao ciclo 2010/11, corroborando com os dados verificados na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.

As amplitudes térmicas (**Figura 2.7**) observadas durante os ciclos estudados foram semelhantes aos descritos por Brighenti e Tonietto (2004), Gris et al. (2010) e Borghezian et al. (2011), que

relataram para a localidade de São Joaquim/SC uma amplitude térmica próxima 10°C, sendo ideal para produção de uvas de qualidade (JACKSON, 2008).

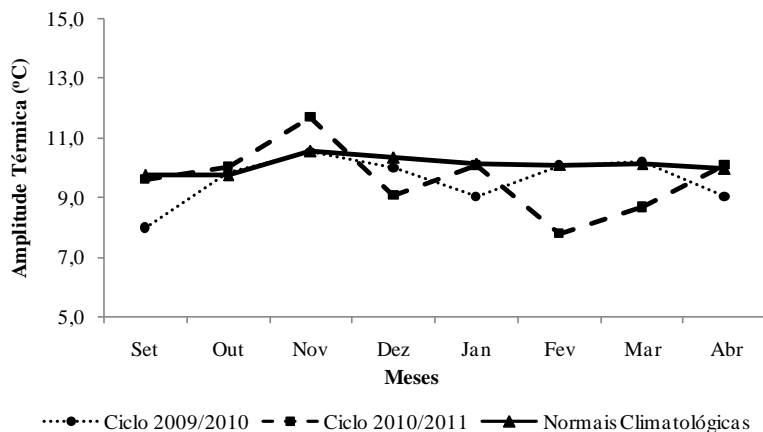


Figura 2.7. Amplitudes térmicas (°C) das normais climatológicas (1961 a 2011) e dos ciclos 2009/10, 2010/11, durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (*Vitis vinifera* L.), na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.

A anomalia do somatório térmico através do Índice Winkler para os ciclos acompanhados está representada na **Figura 2.8**. É evidente que o ciclo 2009/10 apresentou temperaturas mais elevadas, acarretando em um somatório térmico maior, sendo acima do esperado, classificando a região de Campos de Palmas em Água Doce – SC na região III. No entanto, pelas temperaturas das normais climatológicas e do ciclo 2010/11, a região estudada se insere como “Região II” ($>1389 \leq 1667$ GDD) (WINKLER, 1974; JONES et al., 2010). Com base nas médias históricas, o somatório térmico da região é de 1555 GDD. Diversas regiões vinícolas renomadas também apresentam a mesma classificação térmica, como por exemplo, Bordeaux/França, Perugia/Itália (WINKLER, 1974) e San Francisco Bay/Califórnia/EUA (HALL; JONES, 2010). No entanto, esse índice diferencia Água Doce - SC de São Joaquim-SC, a qual é

classificada como “Região I” (1,371 GDD) (GRIS et al., 2010; BORGHEZAN et al., 2011).

No Índice de Huglin, através das normais climatológicas, a região de Campos de Palmas em Água Doce – SC foi classificada como região fria (somatório térmico entre 1500 - 1800), bem como no ciclo 2010/11. Porém o ciclo 2009/10 por ter apresentado temperaturas mais elevadas foi classificado como de região temperada (somatório térmico entre 1800 – 2100). Assim, a região estudada se diferencia de outras regiões vitivinícola do Brasil, como Bento Gonçalves/RS (temperada quente) e Petrolina (muito quente) (TONIETTO; CARBONNEAU, 1999).

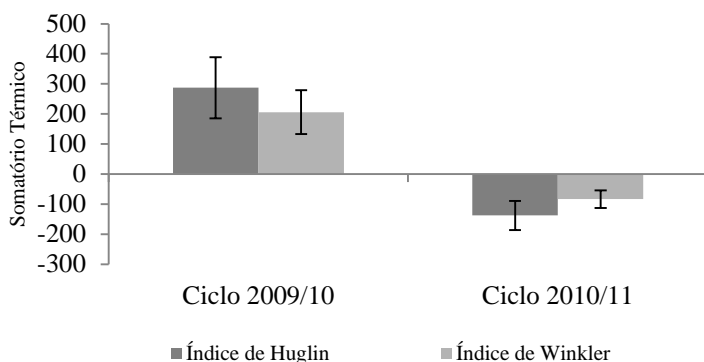


Figura 2.8. Anomalias dos índices bioclimáticos (1961 – 2011) e o desvio padrão, dos ciclos 2009/10, 2010/11, na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.

No índice de frio noturno, as normais climatológicas demonstraram que a região de estudo apresentou IF = 13,2 sendo classificada como “região de noites frias” ($>12 \leq 14^{\circ}\text{C}$). Assim verificou-se que o IF da região de Campos de Palmas em Água Doce-SC apresenta temperatura noturna favorável para o desenvolvimento qualitativo das bagas. Essa mesma classificação é encontrada para Bordeaux/França e Treviso/Itália (TONIETTO; CARBONNEAU, 2004). No entanto, se diferencia das demais regiões vitivinícolas do Brasil como Bento Gonçalves (região de noites temperadas) e Petrolina (região de noites quentes)

(TONIETTO; CARBONNEAU, 1999). Para MORI et al. (2005), condições de elevadas temperaturas noturnas (30°C), em comparação com baixas temperaturas noturnas (15°C), causam redução na concentração de antocianinas das cascas das uvas.

O volume total de precipitação registrado durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira foi semelhante no ciclo 2009/10 e 2010/11, com 1240 e 1207 mm, respectivamente, sendo superiores as normais climatológicas (**Figura 2.9**). Verificou-se que durante o ciclo 2010/11, 47% dos dias foram chuvosos, sendo um ciclo com chuvas mais frequentes, pois o esperado seria que 24% de dias chuvosos.

O período fenológico com o maior percentual de dias de chuvas, em ambos os ciclos, foi durante a maturação, com aproximadamente 40% dos dias. As normais climatológicas demonstram que para esse período, o esperado é aproximadamente 30% a menos de chuva.

O elevado volume de precipitação registrado nos ciclos acompanhados, está relacionado com o fenômeno do *El Niño*, que segundo INPE (2013), ocorreu durante os anos 2009 – 2010. Esse fenômeno atmosférico-oceânico é caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, afetando o clima regional e global. Isso altera os padrões de vento a nível mundial, afetando assim, os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes medianas (CPETC, 2013).

No entanto, os danos que o excesso de chuva pode causar a videira estão relacionados, principalmente, com o tipo de solo do vinhedo (COZZOLINO et al., 2010). As características pedológicas da área experimental (Cambissolo húmico - bem drenado) têm amenizado os problemas fitossanitários, porém durante todo o período foi realizado controle químico para evitar danos qualitativos e produtivos nas uvas.

Verificou-se que a umidade relativa do ar em ambos os ciclos foram similares as normais climatológicas (**Figura 2.9**), com exceção do mês de setembro do ciclo 2009/10 que apresentou 84% de UR e fevereiro do ciclo de 2010/11 com 85% de UR, porém não comprometendo o desenvolvimento das plantas.

O valor de insolação durante o ciclo fenológico completo (brotação- colheita) foi de 1122 horas (2009/10) e 1028 horas

(2010/11) sendo inferiores em relação às médias históricas (**Apêndice C**). Isso, provavelmente, está associado ao maior número de dias de chuvas em 2009/10 e 2010/11, apresentando assim menor disponibilidade de radiação solar devido à maior nebulosidade. Segundo Gris et al. (2010), em estudos em São Joaquim/SC, durante os ciclos fenológicos de 2005/06 e 2006/07, a região apresentou média de 1380 horas de insolação. Em estudos em Trento/Itália, Ribolli (2010) verificou que a região apresentou 1400 horas de insolação durante a média fenológica da videira. Isso mostra que a região de Campos de Palmas em Água Doce - SC teve em média 14% a menos de disponibilidade de insolação durante o ciclo fenológico em relação às regiões anteriormente citadas. Esse parâmetro climático está principalmente associado à atividade fotossintética da planta (JONES; DAVIS, 2000), e para bom desenvolvimento da videira, a região deve apresentar de 1200 a 1400 horas de insolação (MANICA; POMMER, 2006).

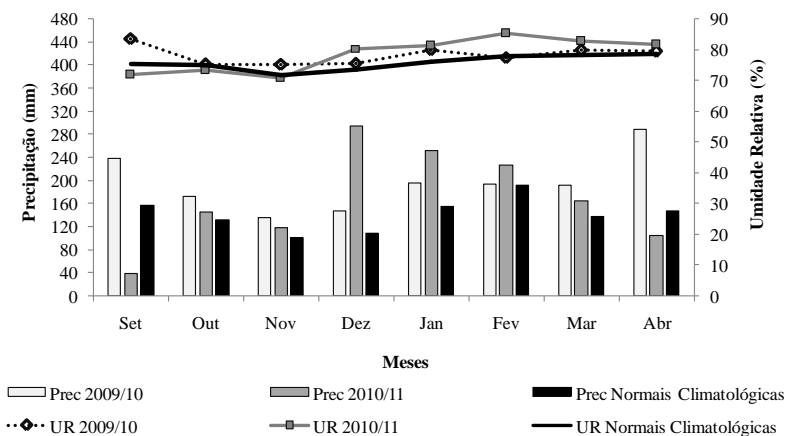


Figura 2.9 Acúmulo mensal da precipitação (Prec.) e umidade relativa do ar (UR) das normais climatológicas (1961 a 2011) e dos ciclos 2009/10, 2010/11, durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (*Vitis vinifera* L.), na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.

2.3.2 Caracterização fenológica

Na **Tabela 2.1** observa-se a duração dos ciclos fenológicos e acúmulo térmico durante os principais estádios fenológicos para cada variedade e ciclo avaliado. O ciclo total apresentou somatório térmico médio de 1740 GDD e extensão de 205 dias (2009/10) e de 1463 GDD e 187 dias (2010/11). No primeiro ciclo o acúmulo médio diário foi de 8,5 GDD e no segundo ciclo de 7,8 GDD. O maior acúmulo de GDD no primeiro ciclo está relacionado com a maior extensão fenológica e por alguns meses apresentarem temperaturas médias do ar superiores em relação ao ciclo posterior (como por exemplo, novembro de 2009/10). É possível observar na **Figura 2.5** que no ciclo 2010/11, as temperaturas médias a partir de setembro sempre foram inferiores ao ciclo 2009/10, sendo que entre os meses de setembro e outubro foram estáveis, ocorrendo posteriormente acréscimos, estabilizando em janeiro e fevereiro, e decaindo durante a maturação da uva (fevereiro, março e abril).

Na **Tabela 2.2** observam-se as datas dos eventos fenológicos das variedades avaliadas. Verifica-se que as brotações ocorreram entre meados de setembro e outubro, sendo entre os dias 08/09 a 19/09 (2009/10) e 07/09 a 17/10 (2010/11), e que as mesmas foram antecipadas no primeiro ciclo em relação ao ciclo posterior para todas as variedades com exceção da Lambrusco. Para algumas variedades como Primitivo e Garganega essa diferença foi praticamente de um mês. Isso pode estar relacionado com as diferentes temperaturas invernais, pois para a superação do repouso hibernar em frutíferas de clima temperado é necessário acúmulo de horas de frio (ANDREINI; VITI; SCALABRELLI, 2009) seguidas de temperaturas mais elevadas, que é variável para cada espécie e variedade. No entanto, estima-se que a videira necessite de acúmulo de frio de aproximadamente 50 a 400 HF abaixo de 7°C (POUGET, 1963). Após o requerimento de frio ter ocorrido são necessárias temperaturas mais elevadas para o início da brotação. Na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC, observou-se que no ciclo 2009/10, as temperaturas invernais foram superiores (acúmulo de 542 unidades de frio) ao ciclo 2010/11 (acúmulo de 305,5 unidades de frio), provavelmente superando a necessidade de frio

antecipadamente, e na sequência, ocorreu um período de temperaturas do ar mais elevadas, estimulando a brotação (Apêndice C).

Tabela 2.1. Duração dos ciclos fenológicos (dias) e acúmulo térmico (GDD) das 12 variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) avaliadas nos ciclos 2009/10 e 2010/11, na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.

Variedades	Brotação - Floração					
	Duração (dias)			Σ GDD		
	2009/10	2010/11	Média	2009/10	2010/11	Média
Aglianico	68	55	62	449	296	372
Ancellotta	67	50	59	452	278	365
Lambrusco	53	62	58	355	296	325
Malvasia Nera	58	47	53	442	291	366
N' Amaro	67	53	60	332	294	313
Nero D'Avola	73	54	64	354	247	301
Primitivo	70	40	55	434	295	365
Sangiovese	63	58	60	469	278	374
Rebo	72	56	64	450	240	345
Fiano	56	61	59	405	274	340
Garganega	65	46	56	346	307	326
Vermentino	54	63	59	473	265	369
Média \pm DP	64\pm7	54\pm7	59 \pm3	413\pm52	280\pm21	347\pm25

Variedades	Floração - Maturação					
	Duração (dias)			Σ GDD		
	2009/10	2010/11	Média	2009/10	2010/11	Média
Aglianico	82	86	84	909	807	858
Ancellotta	74	77	76	744	729	737
Lambrusco	77	89	83	838	728	783
Malvasia Nera	87	83	85	909	758	834
N' Amaro	89	91	90	1012	783	897
Nero D'Avola	73	88	81	921	778	849
Primitivo	74	85	80	932	729	830
Sangiovese	81	91	86	818	822	820
Rebo	76	87	82	830	799	814
Fiano	79	80	80	793	826	809
Garganega	77	81	79	988	705	846
Vermentino	69	75	72	745	784	765
Média \pm DP	78\pm6	84\pm5	81\pm4,8	870\pm89	771\pm40	820\pm43

DP (Desvio Padrão).

Continuação da Tabela 2.1.

Variedades	Maturação - Colheita					
	Duração (dias)			Σ GDD		
	2009/10	2010/11	Média	2009/10	2010/11	Média
Aglianico	56	53	55	396	406	401
Ancellotta	64	47	56	562	395	478
Lambrusco	79	60	70	505	412	458
Malvasia Nera	69	53	61	339	324	331
N' Amaro	43	46	45	422	507	465
Nero D'Avola	57	53	55	513	435	474
Primitivo	72	53	63	339	467	403
Sangiovese	66	56	61	430	406	418
Rebo	61	45	53	513	406	460
Fiano	61	47	54	570	450	510
Garganega	53	38	46	339	341	340
Vermentino	69	38	54	549	391	470
Média \pm DP	63 \pm 10	49 \pm 7	56 \pm 7	457 \pm 89	412 \pm 50	434 \pm 56

Variedades	Brotação - Colheita					
	Duração (dias)			Σ GDD		
	2009/10	2010/11	Média	2009/10	2010/11	Média
Aglianico	206	194	200	1754	1509	1631
Ancellotta	205	174	190	1757	1403	1580
Lambrusco	209	211	210	1697	1436	1567
Malvasia Nera	214	183	199	1690	1373	1531
N' Amaro	199	190	195	1766	1585	1675
Nero D'Avola	203	195	199	1788	1459	1624
Primitivo	216	178	197	1705	1492	1599
Sangiovese	210	205	208	1717	1506	1612
Rebo	209	188	199	1793	1445	1619
Fiano	196	188	192	1768	1550	1659
Garganega	195	165	180	1673	1353	1513
Vermentino	192	176	184	1767	1440	1603
Média \pm DP	205 \pm 8	187 \pm 13	196 \pm 7	1740 \pm 41	1463 \pm 69	1601 \pm 48

DP (Desvio Padrão).

Tabela 2.2. Datas e extensão dos eventos fenológicos (dias) das 12 variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) avaliadas nos ciclos 2009/10 e 2010/11, na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.

Fenologia/ Variedades	Brotação		Floração	
	2009/10	2010/11	2009/10	2010/11
Aglianico	13/set	01/out	20/nov	25/nov
Ancellotta	14/set	08/out	20/nov	27/nov
Lambrusco	17/set	07/set	09/nov	08/nov
Malvasia Nera	12/set	05/out	09/nov	21/nov
N' Amaro	12/set	05/out	18/nov	27/nov
Nero D'Avola	08/set	30/set	20/nov	23/nov
Primitivo	10/set	17/out	19/nov	26/nov
Sangiovese	13/set	16/set	15/nov	13/nov
Rebo	10/set	18/set	21/nov	13/nov
Fiano	15/set	17/set	10/nov	17/nov
Garganega	16/set	15/out	20/nov	30/nov
Vermantino	19/set	20/set	12/nov	22/nov
Média ± DP	13/set ± 3,2d	28/set ± 12,5d	16/nov ± 4,8d	21/nov ± 6,8d
Fenologia/ Variedades	Maturação		Colheita	
	2009/10	2010/11	2009/10	2010/11
Aglianico	10/fev	19/fev	07/abr	13/abr
Ancellotta	02/fev	12/fev	07/abr	31/mar
Lambrusco	25/jan	05/fev	14/abr	06/abr
Malvasia Nera	04/fev	12/fev	14/abr	06/abr
N' Amaro	15/fev	26/fev	30/mar	13/abr
Nero D'Avola	01/fev	19/fev	30/mar	13/abr
Primitivo	01/fev	19/fev	14/abr	13/abr
Sangiovese	04/fev	12/fev	11/abr	09/abr
Rebo	05/fev	08/fev	07/abr	25/mar
Fiano	28/jan	05/fev	30/mar	24/mar
Garganega	05/fev	19/fev	30/mar	29/mar
Vermantino	20/jan	05/fev	30/mar	15/mar
Média ± DP	02/fev ± 6,9d	13/fev ± 6,9d	05/abr ± 6,5d	03/abr ± 9,7d
Fenologia/ Variedades	Total do ciclo (dias)		Média dos ciclos (dias)	Diferença entre os ciclos (dias)
	2009/10	2010/11		
Aglianico	206	194	200	12
Ancellotta	205	174	190	31
Lambrusco	209	211	210	-2
Malvasia Nera	214	183	199	31
N' Amaro	199	190	195	9
Nero D'Avola	203	195	199	8
Primitivo	216	178	197	38
Sangiovese	210	205	208	5
Rebo	209	188	199	21
Fiano	196	188	192	8
Garganega	195	165	180	30
Vermantino	192	176	184	16
Média ± DP	205 ± 7,7 d	187 ± 13,1d	196 ± 8,7d	17 ± 12,7d

DP (Desvio Padrão), d (dias).

O subperíodo entre a brotação e a floração teve uma extensão média e somatório térmico superior no primeiro ciclo em relação ao segundo, sendo de 64 ± 7 dias e 413 ± 52 GDD (2009/10); e 54 ± 7 dias e 280 ± 21 GDD (2010/11). A fase da floração ocorreu entre 08/11 a 21/11 (2009/10) e 08/11 a 30/11 (2010/2011), apresentando temperatura média do ar no ciclo 2009/10 de $15,5^{\circ}\text{C}$ e temperaturas mais amenas no ciclo posterior, 15°C . O aumento da temperatura do ar e a maior disponibilidade de insolação entre os meses de outubro e novembro estimularam o florescimento, corroborando com Vasconcelos et al. (2009), os quais afirmam que a elevação térmica do ar e o fotoperíodo induzem esse processo.

Entre o subperíodo da floração e a maturação, a extensão foi em média de 78 ± 6 dias e acúmulo térmico de 870 ± 89 GDD, para o ciclo 2009/10, e 84 ± 5 dias e acúmulo térmico de 771 ± 40 GDD para o ciclo 2010/11. O período de maturação iniciou-se entre o dia 20/01 (2009/10) e 26/02 (2010/11), apresentando temperaturas médias nesse período de $18,8^{\circ}\text{C}$ (2009/10) e $17,9^{\circ}\text{C}$ (2010/11). Devido às elevadas temperaturas observadas em novembro de 2009 (floração), ocorreu acúmulo térmico mais acelerado em relação ao segundo ciclo, e consequentemente, antecipando o início da maturação das uvas.

A extensão do subperíodo entre maturação e colheita foi em média 63 ± 10 a 49 ± 7 dias, e somatório térmico médio de 457 ± 89 e 412 ± 50 GDD, respectivamente, para os ciclos 2009/10 e 2010/11. Durante esse período a média das temperaturas médias foi de $17,5^{\circ}\text{C}$ (2009/10) e $17,3^{\circ}\text{C}$ (2010/11).

A exigência térmica de cada variedade está representada na **Figura 2.10**. Observou-se que em média as variedades de maiores requerimentos térmicos foram Aglianico, Fiano e Negro Amaro; e as de menor requerimento térmico: Malvasia Nera, Garganega e Lambrusco.

Para ambos os ciclos avaliados a duração total do ciclo fenológico oscilou entre a variedade mais precoce de 165 dias (Garganega) e a mais tardia com 216 dias (Primitivo). Observou-se maior extensão do ciclo fenológico (para todas as variedades) em 2009/10, com exceção da variedade Lambrusco que foi superior em 2 dias no ciclo posterior (**Tabela 2.2**). Ocorreu uma ampla variação entre os anos e a duração dos estádios fenológicos de cada variedade,

podendo estar relacionado à interação genótipo e ambiente, com destaque às condições climáticas locais. Resultados semelhantes também são relatados por Tomasi et al. (2011) ao analisar 18 variedades de *Vitis vinifera* L. em Conegliano-Itália, durante os períodos de 1964 - 2009, demonstrando alto coeficiente de variação entre datas e duração dos eventos fenológicos relacionados aos diferentes ciclos e variedades.

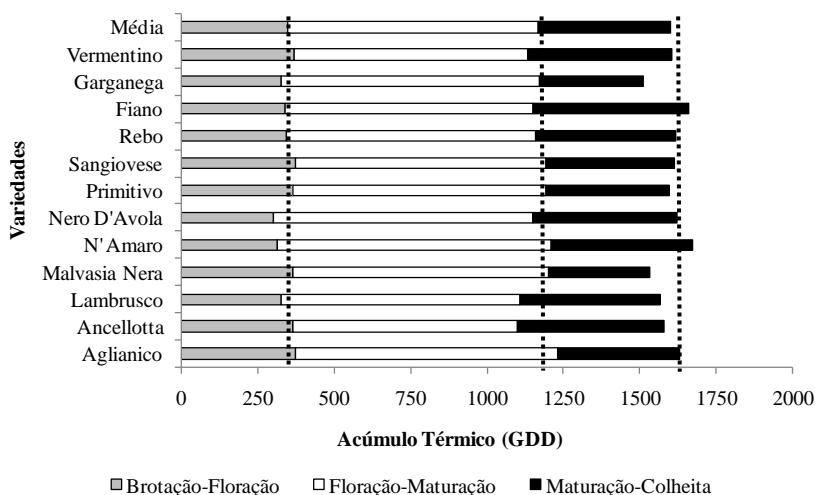


Figura 2.10. Acúmulo térmico médio (GDD) durante os principais estádios fenológicos das 12 variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) avaliadas nos ciclos 2009/10 e 2010/11, na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.

As variedades que apresentaram brotações mais tardias foram: Ancellotta, Garganega e Primitivo; e as mais precoces: Fiano, Lambrusco, Rebo e Sangiovese. No entanto, as variedades de colheita mais tardia foram Aglianico, Lambrusco, Malvasia Nera, Sangiovese e Primitivo; e as mais precoces foram a Fiano e Vermentino (variedades brancas).

Em estudos com 22 variedades de videira (*Vitis vinifera* L.), na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC, Feldberg et al. (2011) relataram que as variedades Chardonnay e Cabernet Sauvignon apresentaram, respectivamente, brotação em 10/09

(brotação precoce) e 15/10 (brotação tardia); e colheita em 13/03 (colheita precoce) e 14/04 (colheita tardia). Isso demonstra que a maioria das variedades avaliadas nesse estudo são consideradas intermediárias a estas datas (em relação á brotação e a colheita), sendo a maioria médio-tardias (**Figura 2.11**).

Segundo Brighenti e Bonin (2008), variedades de brotação precoce, quando cultivadas em zonas de altitude superior a 1000 metros do nível do mar, podem apresentar limitações devido à ocorrência de geadas tardias. Devido a isso, as variedades de brotação mais tardia seriam as mais recomendadas para a região de Campos de Palmas em Água Doce - SC. É importante salientar que nem sempre uma variedade que apresenta uma brotação tardia, necessariamente será de floração e maturação tardia, pois essas características dependem de cada variedade (TOMASI et al., 2011).

O ciclo fenológico da videira, na região de Campos de Palmas em Água Doce-SC, foi considerado mais extenso em comparação a regiões vitícolas originárias das variedades estudadas. Verifica-se que a variedade Rebo (entre o período de 1990 – 1997 na região Trentina-Itália) apresentou média de 170 dias (MALOSSINI et al., 1999), sendo inferior em 29 dias a região de estudo. A variedade Sangiovese (entre 1964 – 2004 em Conegliano-Itália) apresentou ciclo de 165 dias (JONES et al., 2005), sendo inferior em 43 dias em relação à região acompanhada. Já a variedade Garganega (entre 1964 a 2009 no Vêneto-Itália) teve ciclo médio de 156 dias (TOMASI et al., 2011), apresentando 24 dias a menos que o observado em Água Doce - SC. Os detalhes climáticos das principais zonas de cultivos da Itália estão demonstrados no **Anexo D**.

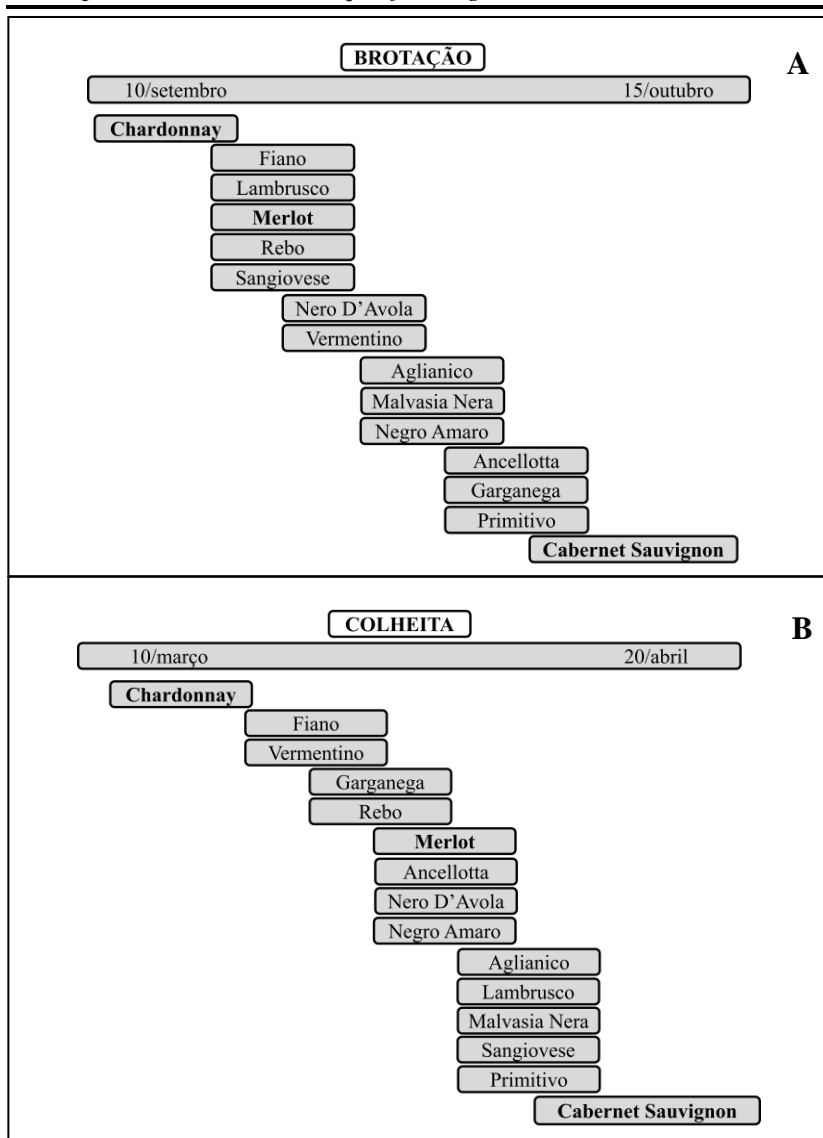


Figura 2.11. Caracterização fenológica: brotação (A) e colheita (B) das 12 variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) avaliadas, nos ciclos 2010/09 e 2010/11, em relação às variedades Chardonnay, Merlot e Cabernet Sauvignon, na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.

Diferenças relacionadas às datas dos períodos fenológicos das variedades cultivadas na região de estudo, são observadas quando relacionados a São Joaquim (outra região vitivinícola catarinense importante). Segundo Gris et al. (2010), em estudos com a variedade Sangiovese, em São Joaquim, observaram que a média da extensão de ciclo fenológico foi de 229 dias, iniciando brotação em média 06/09 e colheita em 19/04. Verifica-se que nessa região o ciclo inicia-se antecipadamente e a colheita tardiamente em relação à região de Campos de Palmas em Água Doce - SC. Isso se deve principalmente as diferenças climáticas, pois a região de São Joaquim está classificada no Índice de Winkler como “Região I” (GRIS et al., 2010; BORGHEZAN et al., 2011), sendo uma região mais fria que Água Doce-SC (Região II).

As informações acima citadas evidenciam que a extensão do ciclo fenológico está relacionada com as condições climáticas de cada região, conforme já demonstrado por Jones et al. (2005); Hall e Jones (2010); Schultz e Stoll (2010); Tomasi et al. (2011) e Sadras et al. (2012). Assim, nas condições climáticas brasileiras, as regiões de elevadas altitudes (acima de 900 metros ao nível do mar), por apresentarem temperaturas inferiores, as variedades de videira tendem a demonstrar ciclos fenológicos mais extensos.

Vale salientar, que além das condições climáticas de uma determinada região que inferem de forma direta na potencialidade de cultivo, fatores como a variabilidade do clima e ocorrência de eventos adversos e extremos também são relevantes. Isso, muitas vezes é explicado por fenômenos de grande escala, como por exemplo, por efeitos do *El Niño* e *La Niña* ou favorecidos pelas próprias peculiaridades da região (orografia, sistemas meteorológicos atuantes, entre outros).

2.4 Conclusões

Os resultados demonstram que o ciclo 2009/10 apresenta temperaturas médias superiores em relação ao ciclo 2010/11 e as normais climatológicas locais.

As condições climáticas da região de Campos de Palmas em Água Doce – SC evidenciam boa disponibilidade térmica para o adequado desenvolvimento fenológico das variedades estudadas.

As diferenças térmicas anuais influenciam no ciclo fenológico da videira, acarretando em maior duração (dias) quando comparadas aos seus centros de produção.

CAPÍTULO 3

MATURAÇÃO VITÍCOLA DE 12 VARIEDADES AUTÓCTONES ITALIANAS CULTIVADAS NA REGIÃO DE CAMPOS DE PALMAS EM ÁGUA DOCE - SC - BRASIL

CAPÍTULO 3 - MATURAÇÃO VITÍCOLA DE 12 VARIEDADES AUTÓCTONES ITALIANAS CULTIVADAS NA REGIÃO DE CAMPOS DE PALMAS EM ÁGUA DOCE - SC - BRASIL

RESUMO

O Estado de Santa Catarina vem se destacando no cenário nacional pela potencialidade climática na produção de vinhos de qualidade, em função de regiões com elevada altitude (acima de 900 metros ao nível do mar). Estas condições climáticas particulares proporcionam microclimas propícios para a vitivinicultura deslocando o ciclo fenológico, diferenciando a qualidade as uvas produzidas. No entanto, para o avanço nesse setor, o conhecimento peculiar de novas variedades, que apresentem potencialidade para a produção de uvas e vinhos são estudos indispensáveis e fundamentais. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar os parâmetros climáticos durante a maturação das uvas, avaliar o comportamento qualitativo e produtivo das uvas de 12 variedades autóctones italianas, nos ciclos 2009/10 e 2010/11, na região dos Campos de Palmas em Água Doce - SC. Foram avaliadas plantas da área experimental localizada na Vinícola Villaggio Grando, altitude de 1300 metros, implantadas em 2006, com espaçamento 1,5 x 3,0 metros e sistema de condução tipo espaldeira. Avaliaram-se 12 variedades de videira, sendo as tintas: Aglianico, Ancellotta, Lambrusco, Malvasia Nera, Negro Amaro, Nero d'Avola, Primitivo, Sangiovese e Rebo; e as brancas: Fiano, Garganega e Vermentino. Analisaram-se durante a maturação os aspectos climáticos e a evolução da composição química da uva; e na colheita os dados produtivos. Os resultados demonstraram que as médias das temperaturas do ar e o volume de precipitação na maturação do ciclo 2009/10 foram superiores à maturação do ciclo 2010/11. Em média a extensão da maturação no primeiro ciclo foi de 63 ± 10 dias e somatório térmico de 457 ± 89 GDD e no ciclo posterior de 49 ± 7 dias e 412 ± 50 GDD. Durante a maturação das uvas, em ambos os ciclos, observaram-se um acréscimo gradual nos teores de

sólidos solúveis totais (SST) e pH; bem como um decréscimo na acidez total titulável (ATT) em quase todas as variedades, com exceção da Lambrusco. Verificou-se que na colheita do primeiro ciclo, os teores de SST variaram entre 14,7 a 22,3 °Brix; pH de 3,07 a 3,56; ATT entre 69,3 a 175,4 meq.L⁻¹; antocianinas monoméricas totais (AMT) de 471 a 3037 mg/L; polifenóis totais (PT) de 519 a 3990 mg/L; e produtividade média entre 0,545 a 3,079 kg planta⁻¹. Já na colheita do segundo ciclo, os teores de SST foram entre 16 a 21,1 °Brix; pH entre 2,87 a 3,59; ATT de 103,3 a 213,2 meq. L⁻¹; AMT de 330 a 3990 mg/L; PT entre 516 a 2912 mg/L; e produtividade média de 0,680 a 2,753 kg planta⁻¹. Os resultados demonstram que durante os ciclos 2009/10 e 2010/11, as variedades Rebo, Sangiovese e Ancellotta (tintas) e Vermentino (branca), se destacam por apresentar ótimos índices qualitativos. Isso evidencia boa adaptação à região dos Campos de Palmas em Água Doce - SC, apresentando potencialidade para produção de uvas destinadas a elaboração de vinhos finos de qualidade.

Palavras-chave: *Vitis vinifera* L., fenologia, maturação, adaptação de variedades.

3.1 Introdução

A vitivinicultura catarinense vem conquistando forte espaço no cenário nacional, principalmente nas regiões de altitude (acima de 900 metros ao nível do mar) do Estado de Santa Catarina. Essas regiões caracterizam-se pela recente e moderna produção de vinhos finos de altitude, elaborados com elevada qualidade e tecnologia (CARVALHO-JUNIOR; MOSSINI, 2011).

O potencial climático destas regiões para a produção de variedades de *Vitis vinifera* L., vem sendo comprovado através de várias pesquisas (SILVA et al., 2008; FALCÃO et al., 2010; VIEIRA et al., 2011). Essas condições proporcionam clima diferenciado, em relação às demais regiões vitícolas do Brasil, deslocando todo ciclo fenológico. Devido às temperaturas do ar nessas regiões serem mais amenas (PANDOLFO et al., 2008), o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira é mais extenso, acarretando brotações mais tardias, maturação das uvas mais lenta e completa para a produção de vinhos finos de qualidade (GRIS et al., 2010; BURIN et al., 2011; BORGHEZAN et al. 2011; MALINOVSKI, et al., 2012a).

As condições climáticas apresentam forte influência sobre a videira em todas as fases de desenvolvimento fenológico (JONES et al., 2005; JONES et al., 2010; SADRAS; MORAN; BONADA, 2012). Diversos são os trabalhos que relacionam os parâmetros climáticos sobre a maturação e a qualidade das uvas (FALCÃO et al., 2010; COSTEA et al., 2010; UBALDE et al., 2010; COHEN et al., 2012; GONZÁLEZ-CENTENO et al., 2013).

Fatores como relevo, características físicas e químicas do solo, variabilidade climática, incidências de doenças, influenciam no desenvolvimento das plantas, afetando a qualidade e a produtividade das uvas (FIORILLO et al., 2012). As interações destes elementos com as variedades e as técnicas de cultivo da videira são responsáveis pela potencialidade de cada região vitícola (DELOIRE et al., 2005; HUNTER; BONNARDOT, 2011).

Para a elaboração de bons vinhos, é imprescindível a excelente qualidade da uva (QUIJANO-RICO, 2004), sendo que os índices de maturação são os principais fatores para definição de um bom produto final.

Nesse sentido, quando se visa à expansão da viticultura regional, estudos sobre características edafoclimáticas, adaptação de variedades através de estudos de fenologia, maturação das uvas e interação entre esses fatores são imprescindíveis (CHAVARRIA et al., 2009).

As regiões catarinenses de elevadas altitude (localizadas acima de 900 m ao nível do mar) situadas no Planalto Serrano e Campos de Palmas (região de Água Doce - SC), são recentes na atividade vitivinícola, e novas variedades de uvas destinadas a vinhos finos precisam ser avaliadas antes do plantio em escala comercial. Assim, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar os parâmetros climáticos durante a maturação das uvas, avaliar o comportamento qualitativo e produtivo das uvas de 12 variedades autóctones italianas, nos ciclos 2009/10 e 2010/11, na região dos Campos de Palmas em Água Doce - SC.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Material

Local e material vegetal

O trabalho foi conduzido na Área Experimental da Vinícola Villagio Grando no município de Água Doce no Estado de Santa Catarina, coordenadas 26°43'53"S e 51°30'26"W e com altitude de 1300 metros.

O solo do vinhedo é caracterizado como cambissolo húmico (EMBRAPA, 2006). Antes do plantio o solo foi corrigido conforme recomendações para o cultivo da videira (CQFS-RS/SC, 2004). A análise química do solo está apresentada no **Anexo C**.

A implantação do vinhedo foi realizada em 2006, sendo as plantas conduzidas em sistema espaldeira, a 1,0 metro de altura do solo, com três fios de arame, espaçamento de 1,5 m entre plantas e 3,0 m entre linhas e orientadas no sentido norte-sul. A poda foi conduzida em sistema de duplo cordão esporonado, deixando duas gemas por esporão.

Foram avaliadas 12 variedades, sendo as tintas: Aglianico, Ancellotta, Lambrusco, Malvasia Nera, Negro Amaro, Nero d'Avola,

Primitivo, Sangiovese e Rebo; e as brancas: Fiano, Garganega e Vermentino.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando 5 repetições de 8 plantas de videira, com um total de 40 plantas para realização das análises.

3.2.2 Métodos

Caracterização climática

O monitoramento climático durante a maturação da uva foi realizado através das seguintes variáveis: temperatura diária do ar máxima, média e mínima, precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, insolação e horas de frio. Esses dados foram obtidos das estações meteorológicas da Epagri/CIRAM (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina).

Pelo fato da estação meteorológica de Água Doce-SC ter sido instalada somente no ano de 2010, a estação meteorológica localizada em Caçador foi adotada como referência climática para as normais climatológicas (série histórica). Esta estação foi escolhida por ser a mais próxima do vinhedo, apresentar características climáticas semelhantes e possuir dados consistentes (**Apêndice A**).

Dessa forma, para a caracterização climática local, utilizaram-se as normais climatológicas de dados da estação meteorológica convencional de Caçador/SC, no período de 1961 a 2011, e como referência local usou-se a base de dados da estação meteorológica da Área Experimental de Água Doce - SC.

Assim, foram realizadas correlações entre as normais climatológicas de Caçador e os dados existentes da estação da área experimental de Água Doce - SC (2010/11) para estimar valores de temperatura do ar, obtendo-se as seguintes fórmulas: T máxima: $y=0,9711x - 1,4076$ ($r^2 = 0,93$); T mínima: $y=0,825x+1,2744$ ($r^2=0,80$) e T média: $y=0,8143x + 1,4766$ ($r^2=0,73$), sendo “y” o valor da temperatura da estação meteorológica de Caçador e “x” a temperatura estimada para Água Doce-SC.

Com os dados de temperatura do ar, calculou-se o Índice de Soma Térmica, expresso em GDD (growing degree-days) e classificados conforme Winkler (WINKLER et al., 1974; JONES et al., 2010), de acordo com a equação:

$$\text{GDD} = \sum_{\text{máximo}} \{[(T_{\text{máxima}} + T_{\text{mínima}})/2] - 10,0\};$$

Para o cálculo, considerou-se a temperatura base de 10°C, utilizado para a videira (HALL; JONES, 2010; JONES et al., 2010). Esse cálculo foi realizado entre os subperíodos da maturação à colheita para cada variedade. A comparação entre os ciclos foi realizada obtendo-se como referência a média total das datas e da extensão deste subperíodo entre todas as variedades.

Para os parâmetros climáticos, foram determinadas as “anomalias”. Esse termo é definido como o desvio em relação ao valor normal, ou seja, se refere à diferença do ciclo estudado em relação à normal climatológica (série histórica). Assim, os dados gerados poderiam ser positivos quando superiores ao esperado (normal climatológica) ou negativo quando inferiores ao esperado (normal climatológica).

Caracterização fenológica

Para a definição dos estádios fenológicos da videira utilizou-se a escala BBCH (LORENZ et al., 1995). O início da maturação foi considerado quando 50% das bagas mudaram de coloração (BBCH85), e maturação completa (colheita) foi estabelecida com base na avaliação da composição química e sanidade das uvas. Dessa forma, caracterizou-se o número de dias entre este subperíodo fenológico para definição da duração (dias) para cada variedade acompanhada (BOCK et al., 2011).

Análise das uvas

Durante a maturação realizou-se o monitoramento da qualidade físico-química das uvas. Para isso foram coletadas semanalmente, 200 bagas de cada variedade de forma aleatória em

diferentes posições do cacho das plantas conforme metodologia descrita por Borghezán et al. (2011). As amostras foram acondicionadas em caixas de isopor e encaminhadas ao laboratório de Morfogênese e Bioquímica Vegetal da Universidade Federal de Santa Catarina em Florianópolis/SC para realização das análises.

As análises físico-químicas foram realizadas com o mosto obtido a partir do esmagamento das uvas, de 30 bagas em triplicata, totalizando 90 bagas. As amostras foram analisadas conforme metodologias descritas pela *Organization Internationale de la Vigne et Du Vin* (OIV, 2009). Para a determinação do teor de sólidos solúveis totais (SST) utilizou-se refratômetro digital, com compensação automática da temperatura (modelo Instrutherm- RTD -45, São Paulo-SP); a acidez total titulável (ATT) foi realizada através de titulação (NaOH 0,1 N), e o pH foi avaliado a partir de leitura direta no aparelho AD 1030 (ADWA, Szeged, Hungria).

Para as análises das antocianinas monoméricas totais (AMT) e polifenóis totais (PT), preparou-se o extrato metanólico das cascas das uvas, com 30 bagas em triplicata, totalizando 90 bagas. Para isso, as cascas foram separadas da polpa, posteriormente pesadas e adicionado metanol acidificado (1% de ácido clorídrico). Os extratos foram mantidos no escuro a $4,0 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24 horas (LEES; FRANCIS, 1972). Após esse período, foram filtrados em papel Whatman nº1, utilizando funil de Büchner, transferidos para frascos âmbar, mantidos sob fluxo de nitrogênio durante 30 segundos, posteriormente vedados e mantidos em temperatura de -18°C até a realização das análises.

A quantificação de antocianinas monoméricas totais (AMT) foi realizada através do pH diferencial, seguindo a metodologia descrita por Giusti e Wrolstad (2001), considerando $\epsilon = 28000$ e $MM = 529$. Para isso, o extrato metanólico, foi diluído em um tampão pH 1,0 de cloreto de potássio (0,025 M) e em outro tampão pH 4,5 de acetato de sódio (0,4 M). Os mesmos permaneceram em repouso por quinze minutos, ao abrigo da luz. As leituras das absorvâncias para cada tampão foram realizadas nos comprimentos de onda de $\mu_{\text{vis-max}}$ 520 e 700 nm utilizando espectrofotômetro (Shimadzu UV 1203).

O conteúdo de polifenóis totais foi determinado conforme metodologia descrita por Singleton e Rossi (1965), através do

método de Folin-Ciocalteu, com leituras de absorbância em 760 nm no espectrofotômetro (Shimadzu UV 1203).

Produção

Na colheita, registrou-se o número e o peso total dos cachos (kg planta⁻¹) de 10 plantas de cada variedade. Com esses dados, foram estimadas as massas médias dos cachos e a produção por planta e hectare.

3.2.3 Análise estatística

Os dados climáticos foram submetidos à regressão linear, e a estatísticas descritivas (valores absolutos, médias, desvio padrão e somas mensais) referentes aos subperíodos fenológicos. Para o cálculo das anomalias das temperaturas utilizou-se o valor mensal de cada ano dos ciclos estudados, menos o valor da normal climatológica (1961 – 2011).

Os resultados quantitativos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), as médias comparadas pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade, através do Software Statistica 7 (STATSOFT, 2007). Para realização das análises de componentes principais, os dados foram submetidos ao programa Fitopac 2 (SHEPHERD, 2010).

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Caracterização climática

Os dados climáticos referentes ao período entre a maturação e a colheita das uvas, dos ciclos 2009/10 e 2010/11 e das normais climatológicas estão apresentados na **Tabela 3.1**.

Verificou-se que durante a maturação das uvas, ambos os ciclos apresentaram anomalias positivas para as temperaturas médias e mínimas, ou seja, essas temperaturas foram acima das normais

climatológicas. No entanto, as temperaturas máximas da maturação do ciclo 2010/11 apresentaram anomalias negativas em 1°C. Nos meses de fevereiro, março e abril, as médias das temperaturas mínimas do ar foram, respectivamente, de 15,7°C, 13,2°C e 11,2°C (ciclo 2009/10) e 16,0°C, 13,4°C e 11,3°C (ciclo 2010/11); e das temperaturas máximas do ar foram de 25,8°C, 23,4°C e 20,2°C (ciclo 2009/10) e de 23,8°C, 22°C e 21,4°C (ciclo 2010/11). Isso demonstra que a maturação do primeiro ciclo apresentou temperaturas máximas superiores, e temperaturas mínimas inferiores a maturação do ciclo 2010/11. No entanto, em ambos os ciclos, as temperaturas estiveram no intervalo ideal para o bom desenvolvimento da videira, considerando que as médias das temperaturas devem estar entre 20 e 25°C (JACKSON, 2008).

As temperaturas influenciam na evolução de diversos parâmetros qualitativos no desenvolvimento das uvas, entre eles os teores de açúcares, acidez, pH e compostos fenólicos (JACKSON; LOMBARD, 1993). Segundo Ubalde et al. (2010), durante a maturação das uvas, as temperaturas são de extrema importância, porque o acúmulo de antocianinas apresenta uma correlação negativa com as altas temperaturas e positiva com as baixas temperaturas.

As amplitudes térmicas durante a maturação dos dois ciclos foram de anomalias negativas, ou seja, foram menores em relação às normais climatológicas, sendo para a maturação do ciclo 2009/10 de 9,9°C e 2010/11 de 8,2°C. Esses valores são adequados para bom desenvolvimento vitícola, pois segundo Kliewer (1977), as uvas apresentam boa coloração quando a amplitude térmica não ultrapassa 10°C. Segundo Mori et al. (2005), esse parâmetro climático durante a maturação deve ser inferior a 15°C, sendo que as temperaturas diurnas devem estar entre 20°C e 30°C. Esses pesquisadores ainda afirmam que, as elevadas temperaturas noturnas (30°C) em comparação com baixas temperaturas noturnas (15°C) causam redução na concentração de antocianinas nas cascas. Geralmente, quando as temperaturas são muito elevadas, vários processos metabólicos são reduzidos, inibindo a biossíntese para formação das antocianinas nas bagas, acarretando em pouca coloração nas cascas.

As anomalias observadas em relação ao volume total da precipitação pluviométrica durante a maturação das uvas foram positivas em ambos os ciclos. Durante esse período, o volume de

precipitação foi de 26% (2009/10) e 14% (2010/11) a mais em relação às normais climatológicas. Porém, no primeiro ciclo ocorreu menor percentagem de dias de chuva (40%), em comparação ao segundo ciclo (45%), isso demonstra que no ciclo 2010/11 as chuvas foram melhores distribuídas.

Os valores observados na precipitação são considerados elevados, pois para a atividade vitícola recomenda-se que durante o ciclo fenológico total apresente entre 700 a 800 mm (JACKSON; LOMBARD, 1993), pois ao contrário podem ocasionar problemas qualitativos e quantitativos nas uvas (JONES et al., 2005). Em geral, quando ocorrem elevadas precipitações na maturação da uva, a colheita é realizada em estágio menos avançado, para evitar perdas com doenças fúngicas nos cachos (OLIVEIRA, 2007). Pode-se exemplificar como alguns casos que ocorrem na Serra Gaúcha, considerada a região vitícola mais importante do Brasil (RIZZON; MIELE, 2003). No entanto, diversos fatores podem amenizar esses danos, como por exemplo, o tipo de solo pela sua capacidade de retenção (JACKSON, 2008; LEEUWEN et al., 2009; COZZOLINO et al., 2010; TONIETTO; MANDELLI, 2013;), o cultivo de variedades resistentes contra doenças e com elevado potencial enológico (AKKURT et al., 2007) e manejo adequado.

É importante inferir que nos ciclos acompanhados ocorreu o fenômeno de *El Niño* (nos anos 2009 - 2010) (BORSATO et al., 2011; INPE, 2013). Esse fenômeno atmosférico-oceânico é caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, afetando o clima regional e global. Isso altera os padrões de vento a nível mundial, afetando assim, os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes medianas (CPETC, 2013). Devido a isso foi possível observar na região de estudo, a ocorrência de eventos acima do esperado, como verificado pelas anomalias positivas de precipitação. Devido a estas circunstâncias, a colheita para algumas variedades foi antecipada no ciclo 2010/11.

Em relação a horas de insolação, verificou-se anomalia positiva na maturação do ciclo 2009/10 e negativa no ciclo 2010/11, totalizando 363 e 213 horas de insolação, respectivamente, e 344 horas na climatologia local. Isso demonstra que em relação às normais climatológicas, no primeiro ciclo a insolação foi 5%

superior, e ano segundo ciclo foi 38% inferior. É importante ressaltar que, durante a maturação do ciclo 2009/10, a extensão de dias foi maior e o número de dias de chuva foi menor, em relação ao segundo ciclo, consequentemente, o acúmulo de insolação foi superior.

Em São Joaquim/SC, Gris et al. (2010) relataram que durante os ciclos 2005/06 e 2006/07, no período da maturação de quatro variedades *Vitis vinifera* L., a localidade apresentou em média 424 horas de insolação. Já Malinovski et al. (2010) relataram para essa mesma localidade, no ciclo 2007/08, durante a maturação da variedade Cabernet Sauvignon, um total de 513 horas de insolação. Ainda Malinovski et al., (2012a), durante a maturação da variedade Cabernet Sauvignon, no ciclo 2007/08 as regiões de Campo Belo do Sul/SC e Bom Retiro/SC, apresentaram 546 e 571 horas de insolação, respectivamente. Esses resultados demonstram-se superiores em relação às horas de insolação na região de Campos de Palmas em Água Doce-SC.

Destaca-se a importância de que o acúmulo da insolação depende do ciclo, da extensão do período de maturação, o qual é relacionado com a variedade estudada. Esse parâmetro climático é importante, porque está diretamente relacionado com a qualidade do fruto, estimulando principalmente o acúmulo de antocianinas (LEEUEWEN et al., 2004; MOTA et al., 2006).

Tabela 3.1. Parâmetros climáticos, correspondente aos ciclos 2009/10 e 2010/11, e as normais climatológicas (NC), durante o período de maturação e colheita da uva das 12 variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) avaliadas, na região de Campos de Palmas em Água Doce-SC.

Parâmetros Climáticos	NC	Ciclo 2009/10	Ciclo 2010/11	Anomalias	
				Ciclo 2009/10	Ciclo 2010/11
T máx. (°C)	23,5	23,8	22,5	0,3	-1,0
T mín. (°C)	13,4	14	14,2	0,6	0,8
T méd. (°C)	17,1	17,5	17,3	0,4	0,2
Ampli. (°C)	10,1	9,9	8,2	-0,2	-1,9
UR (%)	78,2	78,9	83,9	0,7	5,7
Precip. (mm)	290	394	336	104,4	46,4
Dias de Chuva (n)	16	25	22	9,0	6,0
Dias de chuva (%)	29	40	45	11,0	16,0
Insolação (horas)	344	363	213	19,1	-130,8
Duração (dias)	56	63	49	7,0	-7,0

Médias das temperaturas máximas (T máx.), médias (T méd.) e mínimas (T mín.), amplitude térmica (AT), umidade relativa do ar (UR), precipitação total (PT), dias de chuvas, acúmulo de insolação, normais climatológicas (1961 – 2011).

3.3.2 Fenologia e soma térmica

A extensão do ciclo fenológico e o acúmulo térmico, compreendido entre a maturação e a colheita dos ciclos 2009/10 e 2010/11, estão apresentados na **Tabela 3.2**.

Observou-se que a maturação do primeiro ciclo foi mais extensa em relação ao segundo ciclo para quase todas as variedades, com exceção da Negro Amaro. Em média a duração deste subperíodo no ciclo 2009/10 foi de 63 ± 10 dias e somatório térmico de 457 ± 89 GD; e no ciclo 2010/11 foi de 49 ± 7 dias e 412 ± 50 GDD. Segundo Fregoni (2005), condições de temperaturas mais elevadas encurtam o ciclo e adiantam a maturação das plantas em relação a anos com temperaturas inferiores. Assim, observou que as temperaturas mensais antes do início da maturação foram superiores em 2009/10, ocorrendo maior acúmulo térmico e iniciando a

maturação antecipadamente em relação ao segundo ciclo (**Tabela 3.3**).

Tabela 3.2. Duração (dias) e o acúmulo térmico (GDD) durante o período de maturação e colheita da uva das 12 variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) avaliadas nos ciclos 2009/10 e 2010/11, na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.

Variedades	Maturação - Colheita					
	Duração (dias)			Σ GDD		
	2009/10	2010/11	Média	2009/10	2010/11	Média
Aglianico	56	53	55	396	406	401
Ancellotta	64	47	56	562	395	478
Lambrusco	79	60	70	505	412	458
Malvasia Nera	69	53	61	339	324	331
N' Amaro	43	46	45	422	507	465
Nero D'Avola	57	53	55	513	435	474
Primitivo	72	53	63	339	467	403
Sangiovese	66	56	61	430	406	418
Rebo	61	45	53	513	406	460
Fiano	61	47	54	570	450	510
Garganega	53	38	46	339	341	340
Vermentino	69	38	54	549	391	470
Média \pm DP	63 \pm 10	49 \pm 7	56 \pm 7	457 \pm 89	412 \pm 50	434 \pm 56

DP (Desvio padrão).

Tabela 3.3. Datas da ocorrência do início da maturação e da colheita da uva das 12 variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) avaliadas nos ciclos 2009/10 e 2010/11, na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.

Variedades	Maturação		Colheita	
	2009/10	2010/11	2009/10	2010/11
Aglianico	10/fev	19/fev	07/abr	13/abr
Ancellotta	02/fev	12/fev	07/abr	31/mar
Lambrusco	25/jan	05/fev	14/abr	06/abr
Malvasia Nera	04/fev	12/fev	14/abr	06/abr
N' Amaro	15/fev	26/fev	30/mar	13/abr
Nero D'Avola	01/fev	19/fev	30/mar	13/abr
Primitivo	01/fev	19/fev	14/abr	13/abr
Sangiovese	04/fev	12/fev	11/abr	09/abr
Rebo	05/fev	08/fev	07/abr	25/mar
Fiano	28/jan	05/fev	30/mar	24/mar
Garganega	05/fev	19/fev	30/mar	29/mar
Vermentino	20/jan	05/fev	30/mar	15/mar
Média ± DP	02/fev ± 6,9d	13/fev ± 6,9d	05/abr ± 6,5d	03/abr ± 9,7d

DP (Desvio padrão); d (dias).

As variedades tintas que apresentaram maior duração de dias entre a maturação e colheita foram, respectivamente, a Lambrusco e a Primitivo (ciclo 2009/10); e a Lambrusco e a Sangiovese (ciclo 2010/11). Das variedades brancas foi à variedade Vermentino (ciclo 2009/10); e a variedade Fiano (ciclo 2010/11).

O período de maturação iniciou-se entre os dias 20/01 (ciclo 2009/10) e 05/02 (ciclo 2010/11). Devido às elevadas temperaturas observadas em novembro de 2009 (ciclo 2009/10), aproximadamente de 3°C acima do esperado, ocorreu acúmulo térmico mais acelerado, e consequentemente, antecipando o início da maturação das uvas em relação ao ciclo 2010/11.

A variedade Vermentino foi a mais precoce ao iniciar a maturação, e a variedade Negro Amaro a mais tardia (em ambos os ciclos). Porém, o comportamento fenológico da maioria das variedades não foi constante. Resultados semelhantes também foram relatados por Shellie (2007) ao pesquisar 29 variedades *Vitis vinifera*

L. em Idaho/EUA, entre 2002 a 2005, e Tomasi et al. (2011) ao analisar 18 variedades de *Vitis vinifera* L. em Conegliano-Itália, durante os períodos de 1964 -2009. Esses pesquisadores demonstraram o alto coeficiente de variação entre a duração (dias) da maturação e a colheita, em diferentes ciclos. Eles inferiram que provavelmente o clima seja um dos fatores que influenciam esse comportamento nas variedades.

A colheita ocorreu entre final de março e meados de abril. Nesses meses as médias climatológicas de precipitação demonstraram que são os meses de menor índice pluviométrico em relação aos meses de todo o ciclo fenológico (setembro a abril) da videira na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC (**Apêndice C**). Esse fator pode favorecer a qualidade das uvas.

3.3.3 Análises das uvas

Durante a maturação das uvas nos dois ciclos acompanhados, observou-se um acréscimo gradual nos teores de sólidos solúveis totais (SST) e pH; bem como um decréscimo na acidez total titulável em quase todas as variedades (**Apêndices D e E**), com exceção da Lambrusco que em ambos os ciclos não se verificou esse comportamento. Essa variedade durante 10 semanas de acompanhamento teve um acréscimo total de aproximadamente 2 °Brix, atingindo na colheita valores máximos de 14,7 °Brix. Esse desempenho não é o esperado, pois com o passar do tempo, ocorre à evolução gradativa desses compostos durante a maturação, diminuindo os teores dos ácidos e aumentando os teores dos açúcares (MULLINS et al., 2007).

Na **Tabela 3.4 e 3.5** estão apresentados os resultados das análises físico-químicas e fenólicas na colheita das uvas das 12 variedades de videira estudadas, durante os ciclos 2009/10 e 2010/11, e os valores médios de referência citados na literatura.

Verificou-se que na colheita do ciclo 2009/10, os teores de sólidos solúveis totais variaram entre 14,7 a 22,3 °Brix; e no segundo ciclo variaram de 16,0 a 21,1 °Brix. Em ambos os ciclos, a variedade Rebo se destacou estatisticamente ($p < 0,05$) por apresentar teores de SST superiores e a Lambrusco por teores inferiores as demais variedades. Em geral, para a elaboração de vinhos finos de qualidade

recomenda-se teores de sólidos solúveis totais acima de 18 °Brix (JACKSON, 2008). Assim, variedades como Lambrusco, Nero D'Avola e Negro Amaro não estão na faixa ideal para elaboração de vinhos, podendo comprometer a qualidade do produto final.

Em relação à degradação dos ácidos, no primeiro ciclo os mostos apresentaram na colheita acidez total entre 69,3 a 175,4 meq.L⁻¹, e no segundo ciclo de 103,3 a 213,2 meq.L⁻¹. Para a maioria das variedades, a acidez foi superior no segundo ciclo. As variedades que apresentaram os menores teores de acidez total foram Vermentino (ciclo 2009/10) e Rebo (ciclo 2010/11), enquanto que os maiores teores foram observados para a Nero D'Avola (ciclo 2009/10) e Negro Amaro (ciclo 2010/11).

O pH das uvas na colheita apresentou variação de 3,07 a 3,56 (ciclo 2009/10) e 2,87 a 3,59 (ciclo 2010/11). Com exceção da variedade Rebo, todas as demais apresentaram valores de pH superior na maturação do ciclo 2009/10. Essa variedade se destacou estatisticamente ($p < 0,05$) das demais, pelos excelentes teores de pH e a variedade Negro Amaro, pelos menores teores. Para a elaboração de vinhos finos de qualidade os teores de pH devem estar entre 3,1 e 3,4 para a maioria dos vinhos brancos e entre 3,3 a 3,6 para a maioria dos vinhos tintos (JACKSON, 2008).

Tabela 3.4. Composição físico-química da uva na colheita e os valores médios de referência (VR), das 12 variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) avaliadas nos ciclos 2009/10 e 2010/11, na região de Campos de Palmas em Água Doce – SC.

Variedade	SST (°Brix)			pH			ATT (meq.L ⁻¹)		
	2010*	2011*	V.R.	2010*	2011*	V.R.	2010*	2011*	V.R.
Aglianico	18,8 de	19,3 ab	22,7 #	3,4 c	2,9 fg	3,3 #	118 bc	195,2 b	88,0 #
Ancellotta	21,1 ab	20,54 ab	21,0 ¥	3,36 cd	3,1 cd	3,2 ¥	103,8 efg	130 e	100,0 ¥
Lambrusco	14, 7 g	16,0 e	21,5 ¥	3,24 g	3,0 de	3,2 ¥	121,8 cd	147,2 cd	106,0 ¥
Malvasia Nera	20,2 bc	20,0 ab	22,1 ¥	3,29 ef	2,89 g	3,2 ¥	108 de	189,9 b	100,0 ¥
N' Amaro	16,8 f	18,2 cd	23,3 ¥	3,07 h	2,87 g	3,2 ¥	148 b	213,2 a	100,0 ¥
Nero D'Avola	16,8 f	17,1 de	22,5 ^	3,27 fg	3,03 de	3,4 ^	175,4 a	155,7 c	80,0 ^
Primitivo	18,8 e	19,2 abc	22,0 ¥	3,45 b	3,04 cde	3,5 ¥	128 c	198,4 b	100,0 ¥
Rebo	22,3 a	21,1 a	20,0 §	3,56 a	3,59 a	3,3 §	98,9 fg	103,3 f	70,0 §
Sangiovese	20 bc	18,9 bcd	23,3 ¥	3,48 b	3,23 b	3,4 ¥	91,2 g	105,3 f	83,3 ¥
Vermentino	18,6 e	18,7 bcd	22,1 ¥	3,39 cd	3,11 c	3,3 ¥	69,3 h	120,1 e	66,7 ¥
Fiano	19,6 cde	18,8 bdc	21,0 #	3,34 de	2,98 ef	3,3 #	125,9 c	133,2 de	100,0 ¥
Garganega	20,9 b	19,3 ab	20,0 ¥	3,28 fg	2,98 ef	3,3 ¥	152 b	152,1 c	100,0 ¥
Média±DP	19,4±1,7	19±1,4		3,35±0,13	3,06±0,19		120±30	154±38	
CV (%)	2,6	4,3		0,6	1,1		4,9	3,7	
p	p<0,0000	p<0,0000		p<0,0000	p<0,0000		p<0,0000	p<0,0000	

Sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT). DP (desvio padrão). CV (coeficiente de variação). *Médias seguidas por diferentes letras em uma mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Referências: (^) Sparacio et al.(2000); (§) Mattivi et al. (2000); (#) Scaglione et al.(2001); (¥) Rauscedo (2007).

Tabela 3.5. Composição fenólica da uva na colheita e os valores médios de referência (VR), das 12 variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) avaliadas nos ciclos 2009/10 e 2010/11, na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.

Variedade	AMT (mg L ⁻¹ malvidina 3 - glicosídeo)			PT (mg L ⁻¹ de ác.gálico)		
	2010*	2011*	V.R.	2010*	2011*	V.R.
Aglianico	1647 b	1342 c	1560 »	928 c	1493 c	2900 ¥
Ancellotta	3037 a	3990 a	4800 »	1522 a	2912 a	2500 ¥
Lambrusco	1433 c	1736 b	2040 »	1044 b	2031 b	3800 ¥
Malvasia Nera	600 f	567 e	1140 »	403 f	880 fg	2250 ¥
N' Amaro	471 g	582 e	1000 ¥	465 f	809 g	2500 ¥
Nero D'Avola	1409 c	1421 c	1050 »	682 d	1587 c	NE
Primitivo	1040 d	844 e	1310 »	553 e	1127 de	2900 ¥
Rebo	724 e	1217 d	1800 »	597 de	1164 d	NE
Sangiovese	456 g	519 e	765 »	594 de	993 ef	2200 ¥
Vermentino	NA	NA	NA	617 de	516 h	327 <
Fiano	NA	NA	NA	337 g	865 fg	NE
Garganega	NA	NA	NA	586 de	825 fg	NE
Média±DP	1277±839	1376±1152		720±389	1267±663	
CV (%)	3,2	3,0		6,0	5,4	
p	p<0,0000	p<0,0000		p<0,0000	p<0,0000	

Antocianinas monoméricas totais (AMT), polifenóis totais (PT). *Médias seguidas por diferentes letras em uma mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). DP (desvio padrão). CV (coeficiente de variação). NA (parâmetro não realizado para variedades brancas); NE (parâmetro não encontrado na literatura científica). Referências - unidades: (») Mattivi et al.(2006) - dados em mg/kg; (¥) Rauscedo (2007) dados em mg/kg; (<)De Pau et al., (2009) - dados em mg/L.

Na colheita do ciclo 2009/10 observou-se melhor equilíbrio entre os parâmetros físico-químicos das uvas. As variedades tintas: Ancellota, Sangiovese e a Rebo destacaram-se devido aos seus elevados teores de sólidos solúveis totais (°Brix) e baixa acidez total. No entanto, as variedades Lambrusco, Nero d'Avola e Negro Amaro apresentaram baixos teores de sólidos solúveis totais (°Brix) e elevada acidez total, o que pode comprometer a qualidade do vinho produzido. Em relação às variedades brancas, todas apresentaram satisfatórios teores de sólidos solúveis totais, porém na colheita do

ciclo 2010/11, as uvas das variedades Fiano e Garganega tiveram baixos valores de pH.

Em estudos com a variedade Sangiovese em São Joaquim/SC, Gris et al. (2010) relataram que na colheita do ciclo 2006/07, as uvas apresentaram teores de SST de 21,3 °Brix e pH de 3,5. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados em Água Doce - SC na colheita do ciclo 2009/10, porém diferindo da colheita do ciclo 2010/11, que provavelmente devido à menor insolação e maior quantidade de dias de chuva dificultou a maturação das uvas.

As antocianinas monoméricas totais das uvas na colheita variaram entre 471 e 3037 mg L⁻¹ malvidina 3 -glicosídeo (ciclo 2009/10) e 519 a 3990 mg L⁻¹ malvidina 3 -glicosídeo (ciclo 2010/11). Os teores de polifenóis totais foram inferiores na colheita do ciclo 2010/11, apresentando variação de 337 a 1522 mg L⁻¹ ác. gálico (ciclo 2009/10) e 516 a 2912 mg L⁻¹ ác. gálico (ciclo 2010/11). Para ambos os parâmetros químicos, a variedade Ancellotta se destacou (p<0,05) em relação às demais variedades pelos elevados teores.

Em estudos em Trento/Itália, Mattivi et al. (2006) relataram teores de antocianinas totais de 4800 mg L⁻¹ para a variedade Ancellotta; 765 mg L⁻¹ para a variedade Sangiovese e 1802 mg L⁻¹ para a variedade Rebo sendo estes valores superiores aos encontrados no local de estudo.

Segundo Fanara (2011) ao pesquisar diferentes variedades de uvas brancas de *Vitis vinifera* L., no sul da Itália, relatou média de polifenóis totais entre 491,6 a 536,8 mg L⁻¹. Já Giuffré (2010), em estudo na Calábria/Itália, com quatro diferentes variedades de uvas tintas, encontrou variações de polifenóis de 1503 a 2170 mg L⁻¹. Em avaliações de sete diferentes variedades brancas de *Vitis vinifera* L. na Croácia, Bunea et al. (2012) encontraram teores de polifenóis entre 148 a 1341 mg L⁻¹. A diversidade de resultados encontrados é relacionada com diversos fatores, entre eles: variedade de uva, as práticas de manejo, métodos de extração e análises utilizadas (LUTZ et al., 2011).

Cada variedade tem um potencial característico aos fatores ambientais, que determina os diferentes níveis de acúmulo de compostos nas uvas, ou seja, a interação do genótipo-ambiente resulta em diferentes comportamentos (GONZÁLEZ-NEVES et al.,

2007). Assim, a diversidade climática e técnicas de cultivo determinam variações importantes na composição das uvas produzidas (DOWNEY; DOKOOZLIAN; KRSTIC, 2006).

O período de maturação das uvas no ciclo 2010/11, em relação ao ciclo 2009/10, apresentou menor amplitude térmica, menor insolação, maior número de dias de chuvas e ciclo fenológico mais curto. Esses fatores acarretaram em uvas com maiores teores de acidez total titulável e menores pH, porém os teores de polifenóis foram superiores em relação ao ciclo 2009/10. Isso pode estar relacionado porque o acúmulo dos compostos fenólicos está associado à defesa da planta contra patógenos. Normalmente, em locais onde ocorrem elevados índices pluviométricos, há estresse da planta para combater, principalmente, as doenças fúngicas, induzindo a produção dos compostos fenólicos (VOGT et al., 1994; DOWNEY; DOKOOZLIAN; KRSTIC, 2006; DAI et al., 2011).

No Brasil poucas são as informações científicas sobre a maturação de variedades de *Vitis vinifera* L. autóctones italianas. Assim, nas **Tabelas 3.4 e 3.5** estão apresentados os teores da qualidade tecnológica e fenólica das uvas de diversas pesquisas realizadas na Itália. Algumas variedades analisadas apresentaram valores similares aos da sua zona de produção, como as variedades Ancellotta, Sangiovese, Rebo. No entanto, as variedades Nero D'Avola, Negro Amaro e Lambrusco, apresentaram qualidade inferior à esperada. Assim, ressaltam-se que as diferenças físico-químicas de uma mesma variedade cultivada em diferentes locais podem estar relacionadas com a não adaptação as condições ambientais de cada local (JONES et al., 2005; MOTA et al., 2011).

Pode-se inferir que de modo geral, as variedades cultivadas no Sul da Itália (Negro Amaro, Negro D'Avola e Malvasia), na Puglia (região considerada de clima quente – **Anexo D**), durante a maturação na região de estudo, apresentaram dificuldades na evolução dos compostos das uvas, como açúcares e acidez. Isso pode estar relacionado com a exigência térmica inadequada para o desenvolvimento de cada variedade. Assim, em sua região típica de cultivo, na época de maturação (meses de agosto, setembro e outubro) ocorre temperaturas médias históricas de aproximadamente de 21,7°C (**Anexo D**), sendo superiores às encontradas em Água Doce - SC (17,1°C). Essa diferença de 4,6°C na temperatura do ar

difficultou o desenvolvimento adequado dessas variedades na região do presente estudo.

No entanto, variedades cultivadas no norte da Itália (Rebo) e região central da Itália (Ancellotta), apresentam temperaturas médias históricas durante a maturação, respectivamente, aproximadas de 17,2 e 18,8°C (**Anexo D**), sendo semelhantes às condições térmicas de Água Doce - SC. Essas variedades se destacaram pelos bons índices qualitativos, demonstrando boa adaptação local.

Na **Tabela 3.6** estão apresentados os índices produtivos médios de cada variedade. Observou-se uma variação expressiva na produção em relação às variedades e os ciclos. Dessa forma, o comportamento produtivo das variedades Malvasia Nera, Nero d'Avola, Negro Amaro, Rebo, Fiano e Garganega foram superiores na colheita do ciclo 2009/10, no entanto, as variedades Aglianico, Ancellotta, Lambrusco, Sangiovese e Vermentino foram mais produtivas na colheita do ciclo 2010/11.

Em geral, as variedades que se destacaram com maior produtividade (kg/ha) foram a Negro Amaro e a Vermentino, e as de menor produtividade foram a Lambrusco, Nero D'Avola e Ancellotta. Durante os ciclos avaliados não se verificou uma relação entre produtividade e qualidade da uva, ou seja, nem sempre as variedades que obtiveram menores produtividades na colheita de um ciclo, apresentaram maiores teores de sólidos solúveis totais, e antocianinas monoméricas totais. Segundo Fregoni (2005), em muitos casos quanto maior a produtividade do vinhedo menor é teor de sólidos solúveis totais, devido à competição dos cachos pelos fotossintatos produzidos, comprometendo consequentemente a qualidade das uvas.

A produtividade depende de diversos fatores, entre eles sistema de poda utilizado (VELÁZQUEZ-MARTÍ et al., 2011), clone (BURIN et al., 2011), porta-enxerto (BANDINELLI et al., 2000; BRIGHENTI et al., 2011), espaçamento (INTRIERI; FELIPPETTI, 2000), entre outros. Devido a isso, a comparação com dados na literatura são subjetivos.

No entanto, pesquisadores como Fragasso et al. (2012); Gatti et al. (2012); Scaglione et al. (2001); e Malossini et al. (1999); respectivamente, ao pesquisarem as variedades: Primitivo, Sangiovese, Fiano e Aglianico, Rebo, relataram produções por planta

destas variedades em seus locais típicos de cultivo, superiores aos encontrados em Água Doce - SC. Assim, Scaglione et al. (2001) em estudos na região da Campania/Itália, registrou produção média para a variedade Fiano e Aglianico de 3,65 e 3,6 kg planta⁻¹, respectivamente. Esses resultados são aproximadamente 60% a mais para a Fiano e 34% para a Aglianico, quando comparados com os dados da colheita mais produtiva destas variedades na região de estudo. Em pesquisa realizada em Tebano/Itália com a variedade Sangiovese, Gatti et al. (2012) relataram produção média de 7,5 kg planta⁻¹, sendo aproximadamente 80% superior a produção de Água Doce - SC. Para Malossini et al. (1999), em estudo na região Trentina/Itália, com a variedade Rebo, registraram média de 7,9 kg planta⁻¹, sendo aproximadamente 74% superior a produtividade em Água Doce - SC.

Para a maioria das variedades, o ciclo que obtiveram maior número de cacho, foi também o qual ocorreu menores tamanhos de bagas. Esse resultado está de acordo com Somkuwar et al. (2012), que relatou o mesmo resultado, enfatizando ser esse um importante parâmetro para a qualidade da uva.

O peso das bagas para quase todas as variedades (com exceção da Nero d'Avola) foram menores na colheita do ciclo 2010/11. De acordo com a classificação do OIV "Organization internationale de la vigne et du vin" (1990), as variedades Ancellotta, Lambrusco e Fiano foram consideradas uvas de bagas pequenas (< 2,0g) nos dois ciclos. A variedade Nero D'Avola foi classificada com "bagas intermediárias" (2,0 a 2,5g); sendo a variedade Rebo e Garganega apresentaram bagas entre pequenas e intermediárias (conforme o ciclo). As variedades Aglianico, Malvasia Nera, Negro Amaro, Primitivo, Sangiovese e Vermentino foram classificadas como de "bagas grandes" (2,5 a 3,5g).

A diferença do tamanho das bagas está relacionada com a característica da variedade e com fatores intrínsecos e extrínsecos, como o acúmulo de açúcares e teores de umidade no solo e da atmosfera (FREGONI, 2005).

Os vinhos provenientes de bagas menores apresentam alta proporção de compostos derivados das cascas e das sementes em sua composição (KENNEDY, 2002; MOTA et al., 2011). Esse pode ter sido um dos fatores que também contribuiu para a maior quantidade

de polifenóis na colheita do ciclo 2010/11, pois as bagas foram menores e os teores de polifenóis foram superiores em relação ao ciclo anterior. Isso se baseia na razão casca:polpa, a qual diminui com o aumento do tamanho da baga (MOTA et al., 2011). Ou seja, como muitos compostos fenólicos se localizam nas cascas das uvas, bagas menores apresentam maiores concentrações de solutos:solventes, e provavelmente maior extração na maceração (CONDE et al., 2007). Assim as variedades Ancellotta e Lambrusco, pelo fato de apresentarem bagas pequenas, foram as que se destacaram pelos elevados níveis de polifenóis e antocianinas. Ambas as variedades apresentam elevada similaridade genética, conforme relataram Boccacci et al., (2005) ao estudar 32 variedades da região da Emilia Romagna/Itália. Segundo Miele et al. (2010) em estudo com 171 vinhos verificaram que a variedade Ancellotta se destacou pelos elevados teores de conteúdos fenólicos de vinhos. Inclusive por essa razão a variedade Ancellotta é muito utilizada para fazer “cortes” nos vinhos, intensificando a cor (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

Tabela 3.6. Índices de produtividade das 12 variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) avaliadas nos ciclos 2009/10 e 2010/11, na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC.

Variedade	Peso das bagas (g)		Cachos/planta (n)		Peso dos cachos (g)		Produção/planta (g)		Produtividade (kg/ha)	
	2009/10*	2010/11*	2009/10*	2010/11*	2009/10*	2010/11*	2009/10*	2010/11*	2009/10*	2010/11*
Aglianico	3,0 a	2,5 b	12,75 bc	18,8 ab	67,5 b	125,5 bc	839,9 de	2377,5 ab	1866 de	5283 ab
Ancellotta	1,1 g	1,1 e	10,7 bc	18,0 ab	76,6 b	85,6 bc	807,5 de	1522,5 ab	1794 de	3383 ab
Lambrusco	1,8e	1,2 de	5,1 d	14,3 ab	104,9 ab	65,7 b	544,5 e	947,5 bc	1210 e	2105 bc
Malvasia Nera	3,1 a	2,5 b	14 b	13,4 ab	157,15 ab	75,1 bc	2205,6 abc	1070 bc	4901 abc	2377 bc
N' Amaro	3,1a	2,9 b	24,3 a	20,6 a	135,5 ab	140,5 ab	3079,3 a	2080 ab	6842 a	4622 ab
Nero D'Avola	2,27 d	2,0 c	12,4 bc	12 ab	75,9 b	44,6 c	930,6 cde	679,7 c	2068 cde	1510 c
Primitivo	2,9 bc	2,5 b	11,3 bc	16,8 ab	106,9 ab	77,6 bc	1198,3 cde	1142,2 bc	2663 cde	2538 bc
Rebo	2,1 d	1,5 de	14,25 b	13 ab	134,9 ab	127,7 bc	1879,6 bcd	1555 ab	4176 bcd	3455 ab
Sangiovese	2,75 c	2,7 b	7,1 cd	17,3 ab	176,6 ab	108,8 bc	1260 bcd	1886,2 ab	2800 bcd	4191 ab
Vermantino	2,5 c	3,3 a	13,3 b	12,1 ab	196,7 a	233,4 a	2563,3 ab	2752,5 a	5696 ab	6116 a
Fiano	1,7 f	1,6 d	12,5 bc	19,6 ab	143,5 ab	59,5 bc	1482,4 bcd	1014,1 bc	3294 bcd	2253 bc
Garganega	2,1d	1,5 d	12,3 bc	11,6 b	134 ab	80,9 bc	1642,6bcd	928,7 bc	3650 bcd	2064 bc
Média±DP	2,6±0,99	2,1±0,74	12,5±4,6	15,6±3,2	126±41	102±51	1572±856	1496±652	3413±1718	3325±1449
CV (%)	3,7	8,4	19,3	24,6	37,3	39,8	34,1	45,8	34,2	45,9
p	p<0,0000	p<0,0000	p<0,0000	p<0,0049	p<0,0060	p<0,0000	p<0,0000	p<0,0013	p<0,0000	p<0,0011

*Médias seguidas por diferentes letras em uma mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). DP – desvio padrão. CV – coeficiente de variação.

Para identificar as variáveis qualitativas mais relacionadas com cada variedade, foi realizada análise de componentes principais (ACP) para as colheitas dos ciclos 2009/10 (**Figura 3.1**) e 2010/11 (**Figura 3.2**), com os dados da composição físico-química da uva.

Foi possível observar que na colheita do ciclo 2009/10 o Eixo 1 x Eixo 2 explicaram 76% da variabilidade total dos dados. Em geral, quando a variedade situa-se mais próxima do eixo da variável, maior a correlação entre elas, sendo que quanto mais distante menor a correlação. Dessa forma, observou-se a divisão em seis grupos distintos, cada um constando de parâmetros de similaridade. O primeiro, “grupo um” consta das variedades: Negro Amaro, Nero D’Avola e Lambrusco, as quais foram correlacionadas com alta acidez total, baixos teores de sólidos solúveis totais e pH. O “grupo dois” compõe as duas variedades brancas Fiano e Garganega, que apresentaram equilíbrio entre acidez total e sólidos solúveis totais. O “grupo três” engloba as variedades Vermentino e Malvasia Nera apresentando bons valores de sólidos solúveis totais e acidez total. O “grupo quatro”, constou das variedades Sangiovese e Rebo, que apresentaram elevados teores de sólidos solúveis e pH. O “grupo cinco”, das variedades Aglianico e Primitivo se aproximaram mais dos vetores antocianinas monoméricas totais e do pH. Sendo o último o “grupo seis”: , com a variedade Ancellotta, que se destacou pelo elevado teor de antocianinas monoméricas totais e polifenóis totais.

Na colheita do ciclo 2010/11, observou que o Eixo 1 x Eixo 2 explicaram 78% da variabilidade total dos dados, dividindo as variedades em quatro grupos distintos. O primeiro, “grupo um”, consta das variedades Aglianico, Malvasia Nera, Nero D’Avola, Negro Amaro, Lambrusco e Primitivo, as quais foram relacionadas com a elevada acidez total e baixo teor de pH. O “grupo dois constou três variedades brancas, apresentando teores médios de acidez total, e sólidos solúveis totais, sendo a Vermentino um pouco mais próxima do pH, pelo maior teor. O “grupo três” engloba a Sangiovese e a Rebo, pela baixa acidez total, e bons teores de sólidos solúveis. O “grupo quatro”, pela variedade Ancellotta, devido aos elevados teores de antocianinas monoméricas totais e polifenóis totais.

Com essas análises percebeu-se que em ambos os ciclos as variedades Lambrusco, Nero D’Avola, Negro Amaro apresentaram

baixa qualidade da uva. Já as variedades Rebo e Sangiovese, mantiveram a similaridade devido ao equilíbrio entre os teores químicos das uvas. As variedades brancas Fiano e Garganega e também a tinta Sangiovese apresentaram semelhanças nos aspectos de acidez total e sólidos solúveis. Entretanto, a variedade Ancellotta se destacou pelos elevados teores fenólicos.

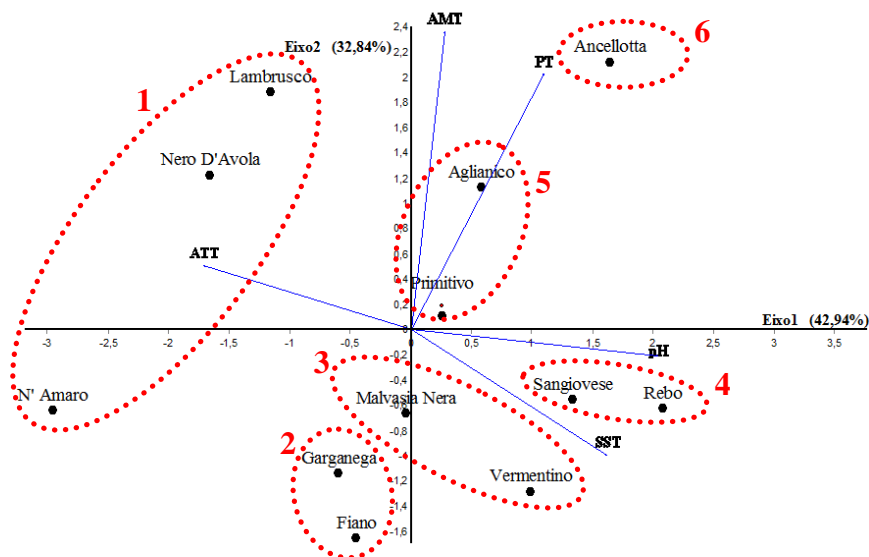


Figura 3.1. Análise de Componentes Principais realizada com a composição química das uvas das 12 variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) avaliadas na colheita do ciclo 2009/10, com os teores de sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez total titulável (ATT) e antocianinas monoméricas totais (AMT) e polifenóis totais (PT), na região de Campos de Palmas em Água Doce-SC.

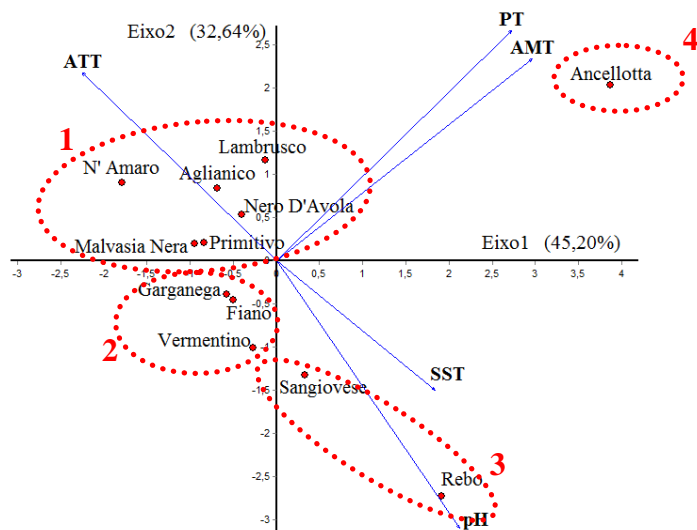


Figura 3.2. Análise de Componentes Principais realizada com a composição química das uvas das 12 variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) avaliadas na colheita do ciclo 2010/11, com os teores de sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez total titulável (ATT) e antocianinas monoméricas totais (AMT) e polifenóis totais (PT), na região de Campos de Palmas em Água Doce-SC.

3.4 Conclusões

Os resultados demonstram que durante a maturação das uvas dos ciclos 2009/10 e 2010/11, as temperaturas médias do ar foram semelhantes entre si, e superiores as normais climatológicas. A maturação do ciclo 2010/11 apresenta menor amplitude térmica, menor insolação, maior número de dias de chuvas e ciclo fenológico mais curto para a maioria das variedades, em relação ao ciclo anterior.

Durante ambos os ciclos, as variedades tintas Rebo, Sangiovese e Ancellotta apresentam comportamento fenológico satisfatório, bem como qualidade final das uvas para elaboração de vinhos finos. Das variedades brancas, a Vermentino se destaca por apresentar bons índices qualitativos e elevada produtividade. Essas variedades evidenciam boa adaptação à região dos Campos de Palmas em Água Doce-SC durante os ciclos 2009/10 e 2010/11, apresentando boa potencialidade para produção de vinhos finos de qualidade.

As variedades Lambrusco, Negro Amaro e Negro D'Avola apresentam dificuldades de maturação das uvas, comprometendo a qualidade físico-química, e não sendo adequadas para elaboração de vinhos finos de qualidade. Isso demonstra que nos ciclos avaliados, essas variedades não apresentam adaptação adequada as condições climáticas à região dos Campos de Palmas em Água Doce-SC.

CAPÍTULO 4

CARACTERIZAÇÃO FENÓLICA DOS VINHOS DE VARIEDADES AUTÓCTONES ITALIANAS, PRODUZIDOS NA REGIÃO DE CAMPOS DE PALMAS EM ÁGUA DOCE - SC - BRASIL

CAPÍTULO 4 - CARACTERIZAÇÃO FENÓLICA DOS VINHOS DE VARIEDADES AUTÓCTONES ITALIANAS, PRODUZIDOS NA REGIÃO DE CAMPOS DE PALMAS EM ÁGUA DOCE - SC - BRASIL

RESUMO

Os compostos fenólicos são responsáveis pelas principais propriedades qualitativas e organolépticas dos vinhos, como a cor, corpo e adstringência. Sua caracterização pode auxiliar na comprovação de autenticidade de vinhos regionais e potencialidade das zonas vitivinícolas. A região dos Campos de Palmas em Água Doce - SC é incipiente na atividade vitivinícola, porém está demonstrando condições climáticas adequadas para produção de uvas de *Vitis vinifera* L. e vinhos de elevada qualidade. No entanto, poucos são os dados sobre a composição fenólica de vinhos dessa região. Assim, o objetivo do presente estudo foi caracterizar o perfil fenólico dos vinhos provenientes das variedades Rebo, Sangiovese e Vermentino produzidos na região dos Campos de Palmas em Água Doce - SC, das safras 2010 (ciclo 2009/10) e 2011 (ciclo 2010/11). Os vinhos foram microvinificados na cantina experimental da Epagri/Videira/SC. As análises químicas foram realizadas na Fondazione Edmund Mach - Istituto Agrário di San Michele all'Adige/Itália. A composição fenólica foi determinada por CLAE-DAD, sendo quantificados os principais compostos flavonóides (flavan-3-óis, flavonóis e antocianinas) e não-flavonóides (ácidos hidroxicinâmicos e estilbenos). Os resultados mostraram que os teores de flavan-3-óis (monômeros totais) variaram de 2,33 mg L⁻¹ a 64 mg L⁻¹, sendo superior para o vinho Sangiovese de 2010. As concentrações dos flavonóis totais foram de 0,39 a 43,1 mg L⁻¹ sendo maiores nos vinhos tintos. O conteúdo de antocianinas totais apresentou teores entre 24,4 a 263,4 mg L⁻¹, com superioridade no vinho Rebo de 2011. Já as concentrações de ácidos hidroxicinâmicos variaram entre 12,9 a 93,5 mg L⁻¹, sendo mais elevados nos vinhos brancos. Os estilbenos apresentaram concentrações de 1,4 a 9,3 mg L⁻¹, sendo superiores nos vinhos tintos e mais jovens (Rebo de 11 e

Sangiovese de 11). E os teores de polifenóis totais foram entre 136 a 1921 mg L⁻¹, sendo superior para o vinho Rebo de 2011. Os resultados demonstram que os vinhos produzidos na região de Campos de Palmas em Água Doce - SC, provenientes das variedades Rebo, Sangiovese e Vermentino, apresentaram variações na concentração dos compostos fenólicos devido às diferentes variedades de uvas, safras e, conseqüentemente, tempo em garrafa. Os vinhos provenientes das variedades Rebo e Sangiovese, apresentaram concentrações adequadas para alguns parâmetros fenólicos. Os vinhos da variedade Vermentino demonstraram características típicas da variedade, apresentando potencial qualitativo e aptidão para produção de uvas e vinhos em Água Doce - SC.

Palavras-Chave: vinhos de altitude, *Vitis vinifera* L., compostos fenólicos

4.1 Introdução

As propriedades qualitativas dos vinhos estão diretamente relacionadas com a composição fenólica das uvas (BOGHIA et al., 2012). Esses compostos são responsáveis pela cor das uvas e dos vinhos tintos, pela oxidação dos vinhos brancos, e também contribuem na qualidade sensorial como estrutura e adstringência dos mesmos (CHEYNIER et al., 2006; LI et al., 2011; SANTOS et al., 2012).

Nos vinhos, os compostos fenólicos são originados predominantemente nas bagas das uvas e alguns dos processos químicos e bioquímicos durante a vinificação e envelhecimento. Os principais compostos fenólicos encontrados nas uvas e nos vinhos são classificados em: não-flavonóides e flavonóides (GONZÁLEZ-NEVEZ et al., 2011; GUILFORD; PEZZUTO, 2011).

Os compostos não-flavonóides compreendem os ácidos fenólicos e seus derivados como os estilbenos, o qual pertence o resveratrol (GONZÁLEZ-NEVEZ et al., 2011).

Os flavonóides mais comuns abrangem as antocianinas, os flavanóis e flavonóis. Esses compostos são responsáveis pelas características de cor e estrutura dos vinhos (DOWNEY; DOKOOZLIAN; KRSTIC, 2006; SPÁCIL; NOVÁKOVÁ; SOLIDH, 2008).

A formação dos compostos fenólicos é influenciada por diversos fatores, entre eles: variedade da uva, fatores ambientais e climáticos (luz, temperatura, altitude, tipo do solo), grau de maturação das uvas, técnicas de vinificação e processos de envelhecimento (LACHMAN; SULC; SCHILLA, 2007; LI et al., 2011).

Devido à grande quantidade e diversidade dos compostos fenólicos presentes nas uvas e nos vinhos, diversos estudos são conduzidos com objetivo de caracterizar a qualidade dos vinhos relacionando as diferentes variedades de uvas e regiões de cultivo com a quantificação desses compostos (VILLERS et al., 2005). Esses estudos auxiliam na autenticidade de vinhos regionais e na avaliação da sua estabilidade oxidativa (MATTIVI et al., 2002; LOPES et al., 2006; CHIRA et al., 2009; MANGANI et al., 2011). Além disso, há

um crescente interesse nas pesquisas dos compostos fenólicos dos vinhos, pois os mesmos mostram papel funcional na saúde humana (NARDINI et al., 2009; GOLDBERG; SOLEAS, 2011; TASSONI; TANGO; FERRI, 2013). Quando ingeridos de forma moderada atenuam os riscos com problemas cardiovasculares e cerebrovasculares, atuando também como antioxidantes contra radicais livres (BERTELLI; DAS, 2009; SANTOS-BUELGA; GONZÁLEZ-MANZANO, 2011).

A região vitícola de Água Doce-SC é classificada no Índice de Winkler como “Região II”, apresentando temperaturas médias durante a maturação da uva entre 17 °C e amplitude térmica de 10,1°C. As condições climáticas dessa região proporcionam clima particular para a vitivinicultura prolongando e deslocando as fases fenológicas para meses com temperaturas mais amenas (PANDOLFO et al., 2008). Assim as baixas temperaturas, durante o inverno retardam o início da brotação, e durante o verão retardam o amadurecimento das uvas (FELDBERG et al., 2012). Devido a estas condições, recentes trabalhos realizados em regiões de elevada altitude (consideradas acima de 900 metros) demonstram que esses fatores ambientais determinam características próprias e distintas das outras regiões do Brasil, como maturação fenólica completa das uvas (FALCAO et al., 2010; BURIN et al., 2011; BORGHEZAN et al., 2011; GRIS et al., 2010; MALINOVSKI et al., 2012a) e produzindo, consequentemente, vinhos com elevada composição fenólica (MIELE; RIZZON; ZANUS, 2010). No entanto, são escassos os dados sobre a composição fenólica de vinhos de variedades de *Vitis vinifera* L. para as condições climáticas de Água Doce - SC. Assim, o objetivo do presente estudo foi caracterizar o perfil fenólico dos vinhos provenientes das variedades Rebo, Sangiovese e Vermentino produzidos na região dos Campos de Palmas em Água Doce - SC, das safras 2010 (ciclo 2009/10) e 2011 (ciclo 2010/11).

4.2 Material e métodos

4.2.1 Material

Local

Os vinhos foram elaborados a partir das uvas das variedades: Rebo e Sangiovese (tintas), Vermentino (branca) provenientes dos ciclos 2009/10 (safra 2010) e 2010/11 (safra 2011), produzidas na Área Experimental da Vinícola Villagio Grando. Esse vinhedo está localizado no município de Água Doce no Estado de Santa Catarina, coordenadas 26°43'53"S e 51°30'26"W, com altitude de 1300 metros.

A implantação do vinhedo foi realizado em 2006, sendo as plantas conduzidas em sistema espaldeira, a 1,0 metro de altura do solo, com três fios de arame, espaçamento de 1,5 m entre plantas e 3,0 m entre linhas e orientadas no sentido norte –sul. A poda foi conduzida em sistema de duplo cordão esporonado, deixando duas gemas por esporão.

O solo do vinhedo é caracterizado como cambissolo húmico (EMBRAPA, 2006). Antes do plantio o solo foi corrigido conforme recomendações para o cultivo da videira (CQFS-RS/SC, 2004). A análise química do solo esta apresentada no **Anexo C**.

As microvinificações foram realizadas na cantina experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri/Videira/SC.

O perfil fenólico dos vinhos foi analisado na Fondazione Edmund Mach - Istituto Agrario di San Michele all'Adige (IASMA), TN – Itália.

Amostras e variedades

A variedade Rebo é uma uva tinta, desenvolvida pelo pesquisador Rebo Rigotti na Estação Experimental Agrária de San Michele all'Adige em 1948 (Mattivi, 2000) e selecionada no catálogo nacional italiano de variedade de vinhos em 1978 (Roncador et al., 1992). É uma variedade proveniente do cruzamento entre as variedades Merlot e Teroldego. É cultivada principalmente na região Trentina/Nordeste da Itália (CALÒ; SCIENZA;

COSTACURTA, 2006). Desta variedade se obtém um vinho de cor vermelho rubi, de aroma delicado, agradável, e intenso, que recorda a Marzemino. Sabor suave, levemente tânico e harmônico. É indicado como substituta para a Merlot nos lugares onde essa variedade apresenta problemas de baixa frutificação efetiva e ataques de míldio e oídio (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

A variedade Sangiovese, também é uma uva tinta, originária da Toscana, da região do Chianti (RAUSCEDO, 2007). É a variedade mais cultiva da Itália, especialmente, na região central. É considerada nobre para a elaboração de vinhos varietais, que trazem a expressão máxima de suas uvas. O vinho apresenta cor vermelho-rubi com reflexos violáceos. Tem um aroma muito complexo, caracterizado por intensas notas de flores vermelhas, em especial de violeta, bem como de frutas vermelhas, especialmente ameixa madura. Apresenta bom equilíbrio no paladar, suave e aveludado com uma grande estrutura (RAUSCEDO, 2007). É a principal componente da D.O.C.G. Brunello di Montalcino, Carmignano, Chianti, Chianti Classico e Vino Nobile di Montepulciano. Faz parte de numerosas D.O.C. como Bardolino, Valpolicella, Sangiovese di Romagna, Montefalco, Rosso Piceno, Garda Orientale e Valdadige (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

A variedade Vermentino é uma uva branca, e muito difundida em San Remo, Massa Carrara e Sardegna (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006). É utilizada principalmente para vinificação, mas também como uva de mesa. O vinho produzido tem cor amarelo palha com reflexos verdes. Possui aroma delicado e ligeiramente amargo na boca. Além de ser usado para a produção de vinhos secos, também é apropriado para a produção de vinhos doces, fortificados e espumantes (RAUSCEDO, 2007). Em algumas ocasiões pode apresentar os descritores sensoriais típicos do Sauvignon Blanc (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006). Faz parte de numerosas D.O.C. como Cinque Terre, Colli di Luni, Riviera Ligure di Ponente, Bolgheri, Vermentino di Gallura e Vermentino di Sardegna (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

4.2.2 Métodos

Microvinificações

Os vinhos foram elaborados com 30 kg de uva de cada variedade. Inicialmente as uvas permaneceram 12 horas em câmara fria.

Para a microvinificação dos vinhos tintos, as bagas foram separadas da ráquis e na sequência esmagada com uma desengaçadeira-esmagadeira. O mosto foi colocado em recipientes de vidro (20 L), adaptados com uma válvula de Müller, nos quais foram adicionados metabissulfito de potássio (50 mg/L SO₂), e leveduras secas ativas (*Saccharomyces cerevisiae*) de 0,20 g L⁻¹ (na proporção de 20g/100kg). O tempo de maceração foi de aproximadamente treze dias, com duas remontagens diárias. Após, as cascas foram retiradas e prensadas e a fermentação alcoólica lenta ocorreu em uma sala com temperatura de 24±1°C, por aproximadamente 10 dias. Após a separação da borra e a fermentação malolática, os vinhos permaneceram cerca de 20 dias a temperatura de 1°C para a estabilização. Ao final, os vinhos foram sulfitados com 50 mg L⁻¹ SO₂ e em seguida engarrafados. Após o engarrafamento, os vinhos foram transportados e estocados a temperatura de 15±1°C.

Os vinhos brancos foram elaborados com o mesmo processo dos vinhos tintos, porém sem o contato das cascas durante a fermentação e esse processo realizado a temperatura de 18±1°C.

Os vinhos foram mantidos a 10 °C até o momento das análises. As amostras dos vinhos provenientes das safras 2010 e 2011 foram analisadas em 2012, após 2 anos e 1 ano de guarda em garrafa, respectivamente. Todas as análises químicas foram realizadas em triplicatas.

*Determinação dos compostos fenólicos:**Flavan-3-óis*

A determinação dos flavan-3-óis (catequina, epicatequina, galocatequina e epigallocatequina) foi realizada conforme metodologia de Pastor-del-Rio e Kennedy (2006), com adaptações. Para isso, uma amostra de 10 mL de vinho foi desalcoolizada em rotaevaporador a 30°C (~4 mL). Após, a amostra foi aplicada em um cartucho C18-SPE (1g, Waters, Milford, MA) previamente ativado com 4,0 mL de metanol e posteriormente com 10,0 mL de água. O cartucho foi lavado com 40,0 mL de água para eliminação dos ácidos. Os flavan-3-óis foram eluídos com 40,0 mL de metanol, e submetidos à rotaevaporador a 30°C a secura, e após redissolvidos em 2,0 mL de metanol. Essa fração foi filtrada cartucho 0,22 µm (Milipore, Bedford, MA) e armazenada.

Foi preparada uma solução de floroglucinol (100 mL⁻¹), com 0,612 mL de HCl (0,2 N) em 100 mL de metanol, e acrescentados 10 g de floroglucinol e 2,0 g L⁻¹ de ácido ascórbico. Na sequência, filtrou-se a solução precedente (que estava armazenada) em cartucho 0,22 µm (Milipore, Bedford, MA), a qual foi reagida com 100 µL da solução de floroglucinol a 50°C por 20 minutos. Após foram adicionados 1000 µL de solução aquosa de acetato de sódio 40 mM (0,3281 g de acetato de sódio em 100 mL de água) para interromper a reação. Essa solução foi filtrada em cartucho 0,22 µm (Milipore, Bedford, MA) e imediatamente injetada no sistema em CLAE-DAD.

Na sequência, uma alíquota de vinho foi filtrada em cartucho 0,22 µm (Milipore, Bedford, MA), transferida em vials e imediatamente injetada no sistema em CLAE-DAD.

As análises foram realizadas em CLAE Water 2695 (Waters, Milford, MA, EUA) equipado com DAD Waters 2996 (Waters Milford, MA). Os compostos foram separados em coluna C18 (Waters, Manchester, UK). O fluxo foi de 0,9 mL min.⁻¹, sendo o volume de injeção de 10 µL. A fase móvel constitui-se de uma solução de ácido acético 2,5% em água (A), e de metanol (B). A separação foi realizada a 40°C em 47 minutos, iniciando com 5% do solvente de B, atingindo 6% do solvente de B nos 5 minutos, 18% do solvente de B nos 30 minutos, 30% do solvente de B nos 31 minutos,

e finalmente 100 % do solvente de B por 47 minutos. A coluna foi lavada com 100% de B em 1 minuto e reequilibrada por 7 minutos. A detecção foi realizada a 280 nm e a concentração foi expressa em mg L^{-1} .

Flavonóis

O conteúdo de flavonóis (miricetina, quercetina, laricitrina, campferol, isorhamnetina e siringetina) dos vinhos foi determinado através de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), conforme metodologia de Mattivi et al. (2006). Para isso, separou-se uma alíquota de 10,0 mL de vinho, a qual foi evaporada até secar sob pressão reduzida em rotaevaporador a 50-55 °C. Essa amostra foi diluída com 5,0 mL de ácido trifluoroacético e 5 mL de metanol, posteriormente foi colocada em banho de água fervente, com condensador, por 120 min. Após a mistura foi resfriada, evaporada sob pressão em rotaevaporador a 50 – 55 °C, dissolvida em 40,0 mL de tampão fosfato pH 7,0 e transferida para um funil de separação onde se adicionou 80,0 mL de acetato de etila para extração. Foram realizadas duas extrações, cada uma com agitação por 5 minutos, com um total de 160,0 mL de acetato de etila. Os extratos combinados foram neutralizados com sulfato de sódio anidro, posteriormente secos em rotaevaporador (55-55 °C) e redissolvidos em 1,0 mL de metanol. Na sequência a amostra final foi filtrada (0,22 μm Millipore, Bedford, MA) e injetada imediatamente no sistema CLAE-DAD.

A separação e quantificação dos flavonóis foram realizadas de acordo com Mattivi et al. (2006), através do sistema de CLAE Waters 2695 equipado com DAD Waters 2996 (Waters, Milford, MA), utilizando coluna de fase reversa Purospher RP18, 250 mm x 4 mm, e uma pré-coluna (Merck, Alemanha). Os solventes utilizados foram: HClO_4 0,3% em água (A), metanol (B). Utilizou-se o gradiente linear de 40 a 90% de B em 30 min. A coluna foi reequilibrada por 5 minutos antes de cada análise. O fluxo foi de 0,45 mL min^{-1} , e o volume de injeção foi de 5 μL . A identificação e a quantificação dos compostos foram realizadas a 370 nm e a concentração foi expressa em mg L^{-1} , sendo realizada por curvas de calibração externas para cada composto.

Antocianinas

A preparação das amostras para a quantificação de antocianinas foi realizada conforme metodologia descrita por Rossetto et al. (2004). Uma alíquota de 10 mL de vinho foi diluída cinco vezes com água, sendo aplicada em um cartucho C18-SPE (1g, Waters, Milford, MA), com previa ativação com metanol (5 mL) e água (10 mL). O cartucho foi lavado com 6 mL de HClO₄ (0,3% em água destilada), e 8 mL de água destilada. Após o cartucho foi seco com nitrogênio, e as antocianinas foram eluídas com 10,0 mL de metanol. O eluído foi evaporado sob pressão reduzida a 35°C e reconstituído em 1,0 mL de solução de metanol diluída (27% de metanol e 73% de HClO₄ a 0,3%). Após, a solução foi filtrada (0,22 µm Millipore, Bedford, MA) e injetada imediatamente em CLAE.

A separação das antocianinas livres foi utilizando a mesma coluna, temperaturas e eluentes utilizados para a determinação dos flavonóis. O volume de injeção foi de 10,0 µL, com fluxo de 0,45 mL min.⁻¹. O gradiente binário aplicado foi: 27,5 a 44,5% de B em 32 min., e 44,5 a 67,5 % de B em 13 min., em seguida chegando a 100% de B em 2 min. e mantendo 100% de B por 3 min. para a lavagem da coluna (MATTIVI et al., 2006). As antocianinas delfinidina-3-glucosídeo, cianidina-3-glucosídeo, petunidina-3-glucosídeo, peonidina-3-glucosídeo, malvidina-3-glucosídeo e seus relevantes acilados *p*-cumárico foram identificadas de acordo com Castia et al. (1992), quantificados a 520 nm com uma curva de calibração do padrão malvidina-3-glucosídeo e expressos em mg L⁻¹ equivalentes de malvidina-3-glucosídeo.

Ácidos Hidroxicinâmicos

A determinação dos ácidos hidroxicinâmicos (ácido *cis*-cafftárico, ácido *trans*-cafftárico, ácido *cis*-cutárico, ácido *trans*-cutárico, ácido fertárico, ácido *trans*-cafféico, ácido *trans-p*-cumárico, ácido *trans*-ferrúlico) foi realizada de acordo com Vrhovsek et al. (2004). A preparação das amostras consistiu na utilização de uma alíquota de 10,0 mL de vinho o qual foi evaporado até aproximadamente um terço do volume (~7,0 mL) em um evaporador

rotativo sob pressão reduzida a 35°C. Após a amostra foi completada até seu volume inicial (10,0 mL) com solvente “A” utilizado no sistema de CLAE (0,5% de ácido fórmico em água), filtrada (0,22µm, Millipore, Bedford, MA) e injetada no sistema CLAE-DAD.

A análise cromatográfica dos ácidos hidroxicinâmicos foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Vrhovsek et al. (2004). Os solventes utilizados foram: solvente A: 0,5% de ácido fórmico em água, e B: 0,5% de ácido fórmico em acetonitrila, com fluxo de 0,25 mL min.⁻¹. Utilizou-se o seguinte gradiente para o eluente B: 0 min., 10%; 12 min., 26%; 20 min., 40%; 30 min., a 100%. A coluna foi equilibrada com 10% B durante 10 min., antes de casa análise. O volume de injeção foi 10 µL. A detecção de realizada a 320 nm. Cada composto foi quantificado em mg L⁻¹ por meio de curvas de calibração externas.

Estilbenos

A quantificação dos estilbenos monômeros foi realizada de acordo com o método de Mattivi (1993). Selecionou-se uma amostra de 50 mL de vinho, adicionou-se 0,5 mL de solução alcoólica de trans-4-hidroxiestilbeno (padrão interno, 200 mg L⁻¹), sendo então neutralizada (pH 7,0) com NaOH. Após a neutralização o volume foi aferido para 100 mL com água destilada. Uma alíquota de 10 mL dessa solução foi aplicada em cartucho C18-SPE (1g, Waters, Milford, MA) previamente ativado com 4 mL de metanol seguido de 10 mL de solução tampão de pH 7,0. O cartucho foi lavado por duas vezes com 10 mL de solução tampão de pH 7,0, e secado com N₂. Após os estilbenos foram eluídos com 5,0 mL de acetato de etila. A fração obtida foi congelada em freezer (-18°C) e mantida por 30 minutos. Na sequência, a fração orgânica foi retirada, seca em rotaevaporador a 40°C e redissolvida em solução metanol/água (1:1), sendo posteriormente filtrada em cartucho 0,22µm (Millipore, Bedford, MA) e imediatamente injetada no CLAE.

A separação e quantificação dos estilbenos: *trans*-resveratrol, *cis*-resveratrol, *trans*-piceid e *cis*-piceid foi realizada de acordo com Mattivi (1993) e Mattivi et al. (1995). Foi utilizado o sistema CLAE Waters 2695 equipado com detector DAD 2996

(Waters, Milford, MA) e a coluna de fase reversa Hypersil ODS 200 mm x 2,1 mm (5 μ m), com a respectiva pré-coluna (Merck, Alemanha). Utilizou-se como solvente A o ácido fosfórico (10⁻³M) e B a acetonitrila, sendo o gradiente linear para a separação do composto: 0 a 50% de solvente B em 25 min., lavagem com 100% de B por 3 min., e reequilibrada por 5 min. O fluxo utilizado foi de 0,6 mL min.⁻¹, o volume de injeção foi de 6 μ L e a temperatura da coluna foi de 40°C.

Realizou-se a detecção a 310 nm para os isômeros *trans* e 282 nm para isômeros *cis*. Os compostos foram quantificados por curvas de calibração externas. A quantificação dos estilbenos glicosilados (piceid) foi realizada por curvas de calibração externas das respectivas formas livres, calculadas de acordo com a perda do padrão interno e expressas em mg L⁻¹ (MATTIVI et al., 1995).

Polifenóis Totais

A quantificação dos polifenóis totais foi realizada conforme metodologia descrita por Di Stefano et al. (1989). Os vinhos inicialmente foram diluídos em H₂O. Após apreendeu-se uma alíquota de 10 mL (da amostra) sendo diluída em H₂SO₄ (1N) e aplicada em um cartucho C18-SPE (1g, Waters, Milford, MA), previamente ativado com metanol (2 mL) e H₂SO₄ (5 mL – 0,01N). Foi inserido 1 mL da amostra diluída, e o cartucho foi lavado com 2 mL de H₂SO₄ (0,01N). Na sequência foram eluídos com 2 mL de metanol e 5 mL de H₂O. Em seguida foi adicionado 1 mL de Folin-Ciocalteu, e após 3 minutos foram adicionados 4 mL de Na₂CO₃(10%), e completado o volume para 20 mL. Após 90 minutos, a solução foi filtrada (0,45 μ m Sartorius Minisart) e analisada imediatamente em espectrofotômetro a 700 nm. O valor da absorbância foi aplicado na seguinte fórmula: Polifenóis totais = (Absorbância*186,5*diluição)/volume da amostra utilizada. O resultado foi expresso em mg/L (+) catequina.

4.2.3 Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos á análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey, a 5%

de probabilidade, através do Software Statistica 7 (STATSOFT, 2007). Realizaram-se análises multivariadas de componentes principais e hierárquica de agrupamentos, admitindo nível de significância de 5%, com o programa FITOPAC 2 (SHEPHERD, 2010).

4.3 Resultados e discussão

4.3.1 Caracterização dos compostos fenólicos

Flavan-3-óis

Os teores de flavan-3-óis monômeros totais apresentaram variações de 2,33 mg L⁻¹ a 64,0 mg L⁻¹ com superioridade para aos vinhos tintos (**Tabela 4.1**). Observou-se que os monômeros de catequina e epicatequina foram os mais elevados. Estes resultados estão de acordo com a literatura, por serem os principais flavan-3-óis monômeros encontrados nas cascas e nas sementes das uvas (CHIRA et al., 2009; MATTIVI et al., 2009) e, consequentemente, nos vinhos. A catequina apresentou-se como o principal monômero avaliado devido aos maiores teores, sendo em média 60% do total analisados, como já observado por Monagas et al. (2003) e Gris et al. (2011a). Das amostras avaliadas, o vinho Sangiovese/2010 apresentou teor de catequina de 40,0 mg L⁻¹, sendo significativamente superior ($p < 0,05$) nos vinhos provenientes da safra 2010 e também em relação as demais variedades. Pode-se observar que tanto a safra quanto a variedade influenciaram na quantificação de Flavan-3-óis dos vinhos.

Os teores encontrados para catequina e epicatequina nos vinhos tintos estão de acordo com diversas pesquisas. Segundo Gris et al. (2011a), para os vinhos produzidos em São Joaquim/Brasil, descreveram teores de catequina entre 13,72 e 20,38 e epicatequina de 4,07 e 11,14 mg L⁻¹, corroborando com os resultados do presente estudo. Ainda Castellari et al. (2002) ao estudarem 5 diferentes tipos de vinhos tintos da Itália, relataram teores de catequina entre 23 a 40 mg L⁻¹. Goldberg et al. (1999), em pesquisas com 45 diferentes vinhos tintos da Toscana/Itália, encontraram teores médios de catequina de 35 mg L⁻¹. Em específico para a variedade Sangiovese, os teores descritos no presente estudo são próximos os relatados por

Castellari et al. (2001) em vinhos produzidos na Itália. Esses pesquisadores descrevem intervalos para catequina entre 17,6 a 70,2 mg L⁻¹ e epicatequina entre 15,8 a 34,9 mg L⁻¹.

Pesquisas realizadas por Cliff et al. (2007); García-Falcón et al. (2007) e Kallinthraka et al. (2009), para as variedades: Cabernet Sauvignon; Mencía e Brancellao (variedades espanholas); e Chardonnay, respectivamente, demonstraram decréscimos nos teores de flavan-3-óis, com o envelhecimento do vinho. Durante esse processo, ocorrem diversas etapas de transformações químicas de oxidação, redução, condensação e polimerização dos compostos fenólicos (KALLINTHRAKA et al., 2009). Essas modificações ocorrem devido à reatividade desses compostos, principalmente durante o primeiro ano de guarda (SOMERS; EVANS, 1986), sendo os mais reativos os flavan-3-óis e as antocianinas. Esses são progressivamente transformados em pigmentos oligoméricos e poliméricos mais estáveis, contribuindo para a alteração das características organolépticas como a cor e o sabor do vinho (LOPES et al., 2006; CHIRA et al., 2009).

Os teores dos flavan-3-óis da variedade Vermentino, estão abaixo dos reportados em algumas literaturas. Segundo Castellari et al. (2002), ao estudarem 9 tipos de vinhos brancos provenientes da Itália, descreveram teores de 3,1 a 13 mg L⁻¹ para catequina e 2 a 4,4 mg L⁻¹ para epicatequina. Já Kallithraka et al. (2009), ao pesquisarem 11 tipos de vinhos brancos da Grécia, descreveram teores de catequina entre 14,2 to 21,1 mg L⁻¹ e epicatequina de 17,5 to 33,4 mg L⁻¹.

Tabela 4.1. Conteúdo de compostos Flavan-3-óis e Flavonóis dos vinhos das variedades Rebo, Sangiovese e Vermentino, provenientes das safras 2010 e 2011, produzidos na Região de Campos de Palmas em Água Doce – SC.

Compostos Fenólicos (mg L ⁻¹)	Variedade/safra					
	Rebo / 10	Rebo / 11	Sangiovese /10	Sangiovese /11	Vermentino/10	Vermentino/11
Flavan-3-óis						
Catequina	27,8±0,25 b	19,8±2,42 c	40,0±1,02 a	33,4±2,9 b	2,2±0,9 d	1,75±0,67 d
Epicatequina	14,1±0,74 a	10,2±1,14 b	14,1±0,51 a	12,4±0,65 a	0,2±0,1 c	0,4±0,02 c
Gallocatequina	2,9±0,68 bc	4,2±0,92 ab	6,5±0,24 a	5,5±0,82 ab	0,4±0,02 c	0,2±0,00 c
Epigallocatequina	3,0±0,77 ab	2,3±0,29 ab	3,3±0,53 a	2,0±0,06 b	0,5±0,32 c	0,03±0,00 c
Total de Monômeros	47,9±2,9 b	36,4±4,5 c	64,0±0,23 a	53,2±1,67 b	3,4±0,59 d	2,33±0,14 d
Flavonóis						
Miricetina	25,2±1,62 a	14,0±0,25 b	8,4±0,43 c	7,7±0,58 c	0,33±0,04 d	0,28±0,01 d
Quercetina	2,3±0,03 d	11,8±1,01 c	19,7±0,59 b	29,7±0,06 a	0,15±0,04 e	0,07±0,01 e
Laricitrina	1,5±0,06 b	2,7±0,17 a	1,1±0,02 c	0,9±0,01 c	0,05±0,01 d	0,01±0,00 d
Campferol	0,3±0,03 d	0,46±0,00 c	1,7±0,05 b	2,3±0,06 a	0,06±0,01 e	0,03±0,001 e
Isorametina	1,1±0,01 d	3,3±0,28 a	2,6±0,05 b	2,1±0,02 c	ND	ND
Siringetina	1,5±0,07 b	1,8±0,01 a	0,7±0,02 c	0,3±0,01 d	ND	ND
Total	31,9±0,31 c	34,12±3,2 b	34,3±0,31 b	43,1±0,6 a	0,59±0,02 d	0,39±0,01 d

Diferentes letras em uma mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Não detectado (ND)

Flavonóis

Os principais flavonóis presentes nos vinhos foram a quercetina e a miricetina (**Tabela 4.1**), como também verificado por diversos pesquisadores, entre eles Mattivi et al. (2006); Gris (2010) e Granato et al., (2011). Os teores de miricetina apresentaram variação entre 0,28 a 25,2 mg L⁻¹, sendo mais elevado nos vinhos tintos e de maior tempo em garrafa (safra 2010), e significativamente superiores no vinho Rebo/2010 ($p < 0,05$). Já a quercetina, apresentou conteúdo entre 0,07 a 29,7 mg L⁻¹, sendo significativamente superior ($p < 0,05$) no vinho da variedade Sangiovese/2011. Os compostos que apresentaram as menores concentrações foram a laricitrina (0,01 a 2,7 mg L⁻¹), campferol (0,03 a 2,3 mg L⁻¹), isorhamnetina (1,11 a 3,3 mg L⁻¹) e siringetina (0,3 a 1,8 mg L⁻¹). A identificação de todos os flavonóis, por menores concentrações que sejam, auxiliam na classificação mais detalhada das variedades de uva (MATTIVI et al., 2006).

Os teores de flavonóis totais nas amostras dos vinhos variaram de 0,39 a 43,1 mg L⁻¹, sendo superiores nos vinhos tintos e mais jovens. Estes resultados estão de acordo com os observados por Gris (2010) para a variedade Sangiovese na região de São Joaquim-SC, descrevendo valores de flavonóis totais entre 31,85 a 42,76 mg L⁻¹. Granato et al. (2011) em estudo com 73 diferentes tipos de vinhos tintos provenientes da Argentina, Brasil e Chile, encontraram teores de miricetina entre 13,03 a 46,69 mg L⁻¹ e quercetina de 5,18 a 21,81 mg L⁻¹, sendo próximos aos teores dos vinhos tintos da presente pesquisa. Segundo Castellari et al. (2002), ao descrever 9 vinhos brancos, relatou que os teores máximos foram de 0,26 mg L⁻¹ de miricetina, corroborando com os teores encontrados na variedade Vermentino de Água Doce - SC.

Os vinhos brancos apresentam menores teores de flavonóis que os vinhos tintos. Isso ocorre principalmente devido ao processo de vinificação tradicional, pois os flavonóis estão presentes na cascas das uvas, e para a elaboração do vinho branco a extração desses compostos é reduzida, devido ao pouco contato com as cascas (MORENO-ARRIBAS; POLO, 2009).

Esse composto é importante em termos qualitativos, pois contribuem para amargor e a estabilidade da cor dos vinhos (CHEYNIER et al., 2006).

Antocianinas

Para todas as amostras avaliadas em relação ao conteúdo das antocianinas, a malvidina-3-glucosídeo foi predominante (**Tabela 4.2**), sendo esta antocianina majoritária em uvas e vinhos tintos de variedades de *Vitis vinifera* L. (MANGANI et al., 2011). O conteúdo de antocianinas totais variou entre 24,4 (Sangiovese/2010) a 263,4 mg L⁻¹ (Rebo/2011), destacando-se este último pelo teor significativamente superior ($p < 0,05$) aos demais vinhos. Verificou-se que o conteúdo de antocianinas monoméricas apresentou maiores concentrações nos vinhos mais jovens (safra 2011) em relação aos vinhos mais velhos (safra 2010). Essa observação também foi descrita por Prajitna et al. (2007) e Sanna et al. (2008) e está relacionada, principalmente, com o envelhecimento do vinho na garrafa, que devido a numerosas reações químicas, as antocianinas se polimerizam, e reduzem a quantidade de antocianinas monoméricas (ROSSETTO et al., 2004; GRIS, 2010).

Segundo a literatura os vinhos da variedade Sangiovese não apresentam elevados teores de antocianinas. Gris (2010), em estudo com essa variedade encontrou teores de antocianinas totais de 19,75 a 27,96 mg L⁻¹, sendo inferiores aos descritos neste estudo. Ainda, Sanna et al. (2008), em estudos com 13 vinhos tintos, relataram teores de antocianinas totais entre 10 e 182 mg/L, dependendo da variedade, da qualidade da uva, técnicas de vinificação e tempo em garrafa.

Em pesquisa com 21 vinhos da variedade Rebo, experimentais e comerciais, e diferentes anos de guarda, Mattivi et al. (2000) verificaram teores de antocianinas totais de 194 a 859 mg L⁻¹. Esses pesquisadores afirmam ainda que os vinhos provenientes dessa variedade apresentam “corpo” de médio-forte e elevadas concentrações de antocianinas, demonstrando em geral níveis intermediários entre Teroldego e Merlot, por ser um cruzamento obtido entre essas variedades..

A ampla variabilidade de resultados pode estar relacionada com os fatores ambientais dos diversos locais de pesquisas, que influenciam na atividade enzimática, atuando na síntese das antocianinas durante a maturação das uvas (JACKSON; LOMBARD, 1993).

As antocianinas são responsáveis pela cor dos vinhos tintos, e é um dos maiores contribuintes para a qualidade dos mesmos (PRAJITNA et al., 2007).

Tabela 4.2. Conteúdo de Antocianinas dos vinhos das variedades Rebo, Sangiovese e Vermentino, provenientes das safras 2010 e 2011, produzidos na Região de Campos de Palmas em Água Doce – SC.

Compostos Fenólicos (mg L ⁻¹)	Variedade/safra			
	Rebo / 10	Rebo / 11	Sangiovese /10	Sangiovese /11
Antocianinas				
Delfinidina 3-glucosídeo	3,8±0,1 b	26,0±0,45 a	1,4±0,01 d	3,0±0,02 c
Cianidina 3-glucosídeo	1,0±0,02 d	3,8±0,04 a	1,1±0,02 c	3,1±0,01 b
Petunidina 3-glucosídeo	4,1±0,14 b	23,3±0,35 a	2,3±0,00 d	5,3±0,004 c
Peonidina 3-glucosídeo	2,1±0,05 d	11,2±0,17 a	2,4±0,01 c	8,1±0,03 b
Malvidina 3-glucosídeo	19,7±0,9 c	107,0±1,5 c	10,9±0,04 d	22,9±0,02 b
Delfinidina 3-glucosídeo acilata	1,9±0,08 b	10,8±0,18 a	0,5±0,02 c	0,7±0,07 c
Cianidina 3-glucosídeo acilata	1,1±0,04 b	3,3±0,03 a	0,5±0,00 c	0,5±0,03 c
Petunidina 3-glucosídeo acilata	1,5±0,05 b	8,7±0,14 a	0,5±0,00 c	0,5±0,01 c
Peonidina 3-glucosídeo acilata	2,7±0,19 b	9,4±0,19 a	1,8815±0,0 c	0,7±0,00 c
Malvidina 3-glucosídeo acilata	5,8±0,37 b	37,2±0,54 a	1,0±0,02 c	0,9±0,00 c
Delfinidina 3- glucosídeo <i>p</i> -cumarata	1,0±0,05 b	3,4±0,05 a	0,5±0,00 c	0,5±0,01 c
Cianidina 3-glucosídeo <i>p</i> -cumarata	0,8±0,01 b	1,7±0,03 a	0,5±0,01 c	0,5±0,00 c
Petunidina 3-glucosídeo <i>p</i> -cumarata	0,9±0,00 b	2,5±0,03 a	0,5±0,01 c	0,5±0,01 c
Peonidina 3-glucosídeo <i>p</i> -cumarata	1,1±0,02 b	2,4±0,15 a	0,6±0,00 c	0,5±0,01 c
Malvidina 3-glucosídeo <i>p</i> -cumarata	3,1±0,14 b	12,7±0,12 a	1,0±0,00 c	0,8±0,04 c
Antocianinas glucosiladas totais	30,7±2,71 c	171,3±3,6 c	18,0±1,2 d	42,4±2,31 b
Antocianinas aciladas totais	13,0±1,02 b	69,5±1,53 a	3,3±0,04 c	3,2±0,15 c
Antocianinas <i>p</i> -cumaratas totais	6,6±0,27 b	22,6±0,39 a	3,0±0,02 c	2,7±0,03 c
Antocianinas totais	50,3±2,13 b	263,4±5,6 a	24,4±0,12 c	48,32±2,3 b

Diferentes letras em uma mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Ácidos hidroxicinâmicos

Nos resultados referentes aos ácidos hidroxicinâmicos, observou-se que o trans-caftárico e cis-caftárico foram predominante em relação aos demais compostos (**Tabela 4.3**). Entre os vinhos avaliados, o ácido trans-caftárico foi significativamente superior na variedade Vermentino em relação aos vinhos das variedades Sangiovese e Rebo. Segundo Vrhovsel (1998) é comum encontrar elevados teores desde composto nas variedades brancas em relação às tintas.

Observou-se que os teores encontrados para os ácidos hidroxicinâmicos são superiores ao relatados por Sanna et al. (2008), que descreveram de 16 a 28 mg L⁻¹, em vinhos da variedade Vermentino na Sardegna (Itália). Em estudo com 8 diferentes vinhos brancos espanhóis, Fernández-Zurbano et al. (1998), relataram teores máximos de ácido cis-caftárico de 4,57 mg L⁻¹ e ácido trans-caftárico de 25,06 mg L⁻¹, sendo inferiores aos encontrados na variedade Vermentino em Água Doce - SC.

Nos vinhos das variedades tintas, o conteúdo total de ácido hidroxicinâmico foi mais elevado nos vinhos da safra 2011, ou seja, nos vinhos mais jovens, conforme observado por Anastasiadi et al. (2009) e Gris (2010). Isso pode ocorrer devido a inúmeras reações durante envelhecimento do vinho na garrafa (ZAFRILLA et al., 2003; MONOGAS et al., 2005).

Alguns trabalhos descrevem teores superiores aos encontrados na presente pesquisa para as variedades tintas. Segundo Gris (2010), em estudos com a variedade Sangiovese em São Joaquim-SC, encontrou teores de ácidos hidroxinâmicos totais entre 108, 78 a 167, 57 mg L⁻¹. Ainda, Anastasiadi et al. (2009), em pesquisa com 44 diferentes tipos de vinhos tintos gregos, relatam teores de ácido trans-caftárico de 6,96 a 30,65 mg L⁻¹.

No entanto, a quantificação destes ácidos estão de acordo com Li et al. (2011). Esses pesquisadores em estudos com a variedade Cabernet Sauvignon em 6 diferentes locais da China descreveram teores totais de ácidos hidroxicinâmicos entre 4,18 a 20,86 mg L⁻¹, sugerindo que as características do “terroir” afetam a qualidade da uva e consequentemente os vinhos.

Esses resultados demonstraram que os vinhos da variedade Vermentino, apresentaram concentrações superiores, aos da literatura. Já os vinhos tintos demonstraram teores adequados. Porém as diferentes variedades/clones e métodos de extração podem influenciar nos resultados (VRHOVSEK, 1998). A presença dos ácidos hidroxicinâmicos é importante em estudos enológicos, a fim de estudar a origem e a qualidade dos vinhos (GAMBELLI; SANTARONI, 2004). Eles contribuem para os atributos sensoriais como amargor, adstringência, flavour e cor (ANDRADE et al., 2001).

Estilbenos

Os vinhos tintos apresentaram teores de estilbenos mais elevados que os vinhos brancos ($p < 0,05$) (**Tabela 4.3**). Os níveis médios dos estilbenos totais (soma das formas *cis* e *trans* – piceid e *cis* e *trans*-resveratrol) dos vinhos tintos foram superiores ($p < 0,05$) para nos vinhos de 2011. Esse resultado está de acordo com Vitrac et al. (2005) que relataram maiores teores em vinhos mais jovens.

Os valores de Piceid totais (soma das formas *cis* e *trans*) foram superiores ($p < 0,05$) para vinho Rebo/2011 ($6,2 \text{ mg L}^{-1}$). Os menores teores encontrados foram nos vinhos da variedade Vermentino, sendo resultado comumente relatado para variedades brancas, pois segundo Romero-Pérez et al. (1996) e Sanna et al. (2008), as variedades tintas apresentam um período de tempo mais longo de extração (contato com as cascas) que as variedades brancas, contribuindo para os elevados teores de estilbenos nos vinhos.

As concentrações de resveratrol total (soma das formas *cis* e *trans*) foram significativamente mais elevadas ($p < 0,05$) para os vinhos Rebo/2011 ($3,33 \text{ mg L}^{-1}$) e Sangiovese/2011 ($3,3 \text{ mg L}^{-1}$).

Os teores encontrados para a variedade Sangiovese de *cis*-resveratrol ($2,2$ e $2,5 \text{ mg L}^{-1}$) estão acima dos descritos por Buarelli et al. (2007), que relataram teores médios de $0,82 \text{ mg L}^{-1}$. No entanto esses mesmos pesquisadores descrevem teores de *trans*-resveratrol de $1,39 \text{ mg L}^{-1}$, sendo superiores aos encontrados nos vinhos Sangiovese/10 ($0,5 \text{ mg L}^{-1}$) e Sangiovese/11 ($1,12 \text{ mg L}^{-1}$). Ainda Gris et al. (2011b), observou concentrações de estilbenos totais de

12,7 a 18 mg L⁻¹, para vinhos produzidos na região de São Joaquim/SC. Essa diferença pode ocorrer devido às condições climáticas, que influenciam na síntese dos estilbenos (VITRAC et al., 2005; GATTO et al., 2008). Ainda Vitrac et al. (2005), Granato et al. (2011), e Mattivi (1993) relataram teores superiores de estilbenos para vinhos tintos aos descritos no presente trabalho. Assim, Vitrac et al. (2005) ao estudar 12 diferentes tipos de vinhos tintos brasileiros, relataram teores de trans-resveratrol de 2 a 5,34 mg L⁻¹ e de estilbenos totais de 2,55 a 87,52 mg L⁻¹, sendo os maiores teores para a variedade Merlot. Já Granato et al. (2011) ao pesquisarem 73 diferentes tipos de vinhos tintos da América do Sul, descreveram teores de trans-resveratrol de 1,56 a 4,30 mg L⁻¹. Segundo Mattivi (1993), ao pesquisar 15 vinhos tintos, na região Trentina/Itália, demonstraram teores de trans-resveratrol de 1,29 a 7,17 mg L⁻¹, sendo, de modo geral, superiores aos encontrados nos vinhos de Água Doce - SC.

No entanto, Bavaresco et al. (2012), descrevem que entre 48 vinhos das variedades de *Vitis vinifera* L., o vinho da variedade Rebo apresentou os mais baixos teores de estilbenos totais e da variedade Sangiovese apresentou níveis intermediários. Isso condiz com os resultados encontrados em relação aos descritos na literatura. Estes autores, ainda descrevem que a elevada variação encontrada nos teores estilbenos, está provavelmente relacionada às diferentes variedades, safras e processo de vinificação.

O vinho da variedade Vermentino apresentou teores de estilbenos totais superiores na safra de 2010, porém não diferindo significativamente da safra posterior ($p < 0,05$). Os teores de trans-resveratrol da safra 2010 foram significativamente superiores ($p < 0,05$) os da safra 2011 e aos de diversas literaturas. Nesse sentido, Mattivi (1993) em pesquisas com 17 diversas variedades de vinhos brancos da Região Trentina/Itália, descreveu teores de trans-resveratrol de 0,031 a 0,122 mg L⁻¹. Siemann e Creasy (1992) ao pesquisarem 11 vinhos da variedade Chardonnay, provenientes de Nova York e Califórnia/EUA, e dois de Bordeaux/França encontraram teores médios de trans-resveratrol de 0,013 e 0,015 mg L⁻¹, respectivamente. No entanto, Sanna et al., (2008), em pesquisas na Sardegna/Itália, descreveu para a variedade Vermentino média de

teores totais de estilbenos de 2,06 mg L⁻¹, estando de acordo aos encontrados em Água Doce - SC.

Assim, verificou-se de modo geral, que os vinhos da variedade Rebo apresentaram concentrações de estilbenos totais abaixo dos citados na literatura quando comparados aos demais vinhos tintos, porém essa é uma característica varietal (Bavaresco et al., 2012). A variedade Sangiovese apresentou teores de estilbenos de acordo aos observados para vinhos desta variedade. No entanto, os vinhos da variedade Vermentino, se destacaram pelos altos teores encontrados. Porém, é importante ressaltar que a diversidade dos teores de resveratrol encontrados nos vinhos varia conforme o genótipo, clone, e podem estar relacionados ao clima dos determinados locais de cultivo. Segundo Goldberg et al. (1999), a variedade Chardonnay apresentou concentrações de trans-resveratrol mais elevados quando cultivadas em climas quentes (Austrália e Califórnia) que em climas mais frios (Canadá e Alsácia). Pelo fato do resveratrol ser uma fitoalexina, em climas mais úmidos, onde há ocorrências de doenças fúngicas, há também tendência de maiores produções destes compostos (SEIMMAN; CREASY, 1992), como mecanismo de defesa, pela inibição de enzimas fúngicas (BAVARESCO et al., 2012; RUSJAN et al., 2012; YÁÑEZ et al., 2013).

Tabela 4.3. Conteúdo de Ácidos Hidroxicinâmicos, Estilbenos e Polifenóis Totais dos vinhos das variedades Rebo, Sangiovese e Vermentino, provenientes das safras 2010 e 2011, produzidos na Região de Campos de Palmas em Água Doce – SC.

Compostos Fenólicos (mg L ⁻¹)	Variedade/safra					
	Rebo / 10	Rebo / 11	Sangiovese /10	Sangiovese /11	Vermentino/10	Vermentino/11
Ácidos Hidroxicinâmicos						
Ácido cis-cafárico	4,0 ±0,1 e	4,0±0,31 e	11,5±0,04 a	10,9±0,02 b	5,8±0,22 d	9,2±0,06 c
Ácido trans-cafárico	4,9±0,05 d	5,7±0,02 d	5,8±0,04 d	12,1±0,03 c	58,1±6,5 b	69,2±0,51 a
Ácido cis-cutárico + grp	1,5±0,05 c	1,3±0,03 c	1,8±0,07 c	2,5±0,17 b	2,5±0,55 b	3,4±0,01 a
Ácido trans-cutárico	2,5±0,001 c	3,4±0,38 bc	2,5±0,03 c	4,4±0,5 ab	4,0±0,7 b	5,2±0,04 a
Ácido furtárico	ND	ND	ND	ND	3,0±0,24 a	2,9±0,01 a
Ácido trans-cafeico	ND	25,5±1,52 a	1,2±0,2 cd	0,6±0,1 cd	5,4±0,52 b	2,3±0,02 c
Ácido trans-p-cumárico	ND	ND	ND	ND	0,9±0,04 a	0,6±0,00 b
Ácido trans-ferúlico	ND	ND	ND	ND	1,2±0,05 a	0,6±0,00 b
Total	12,9±0,1 e	39,4±1,3 c	22,8±0,24 d	30,6±0,29 c	80,9±8,8 b	93,5±0,64 a
Estilbenos						
Trans-piceid	ND	ND	ND	0,4±0,07 a	ND	0,1±0,00 a
Cis-piceid	4,0±0,21 b	6,2±0,25 a	5,7±0,96 a	5,3±0,34 a	ND	0,4±0,01 c
Trans-resveratrol	0,7±0,1 b	1,4±0,02 b	0,5±0,05 c	1,1±0,3 a	0,4±0,01 d	0,06±0,01 e
Cis-resveratrol	17±0,03 d	1,9±0,01 c	2,5±0,11 a	2,2±0,06 b	1,4±0,05 e	0,8±0,04 f
Piceid total	4,0±0,21 c	6,2±0,25 a	5,7±0,96 b	5,7±0,55 b	ND	0,5±0,17 d
Resveratrol total	2,4±0,14 c	3,3±0,12 a	3,0±0,21 b	3,3±0,3 a	1,8±0,09 d	0,9±0,07 e
Total	6,4±0,13 c	9,6±0,26 a	8,7±1,09 b	9,0±0,67 a	1,8±0,09 d	1,4±0,76 d
Polifenóis Totais*	1801,6±35,4 b	1920,9±32,8 a	1350,3±21,4 c	1079,8±41,3 d	155,3±7,9 e	136,1±10,1 e

* Polifenóis totais (mg L⁻¹ de catequina). Diferentes letras em uma mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05). ND (parâmetro não detectado).

Polifenóis Totais

Verificou-se que os níveis de polifenóis totais variaram entre 136,1 a 1920,9 mg L⁻¹ de catequina, sendo superior ($p < 0,05$) nas variedades tintas (**Tabela 4.3**). De acordo com a literatura, os vinhos tintos podem apresentar quantidades de polifenóis totais acima de dez vezes mais que os vinhos brancos (TEISSECRE; LANDRAULT, 2000). Isso ocorre devido à rápida prensagem e separação do mosto das partes sólidas das uvas para produção dos vinhos brancos, onde a fermentação ocorre com a presença da casca e das sementes para elaboração dos vinhos tintos (FUHRMAN, et al., 2001).

Os vinhos provenientes da variedade Rebo apresentaram teores significativamente superiores ($p < 0,05$) ao da Sangiovese. Geralmente, a variedade Rebo apresenta teores de polifenóis intermediários entre as variedades Teroldego e Merlot, pois é proveniente do cruzamento de ambas as variedades (GRANDO et al., 1998). Segundo Mattivi et al. (2000), vinhos da variedade Rebo provenientes da região Trentina (Itália), com 10 meses em garrafas apresentavam média de 1376 mg L⁻¹ de polifenóis totais, sendo inferiores aos encontrados nos vinhos analisados.

Os vinhos da variedade Vermentino apresentaram concentrações de polifenóis totais de 155,3 (safra 2010) e 136,1 (safra 2011), corroborando com Sanna et al. (2008). Esses pesquisadores observaram teores médios de 126 mg L⁻¹, para vinhos da variedade Vermentino produzidos na região da Sardenha/Itália.

Em geral, os teores encontrados nos vinhos tintos e brancos estão de acordo com a literatura. Segundo Villano et al. (2004), ao pesquisar 42 vinhos espanhóis, encontraram conteúdo de polifenóis totais para os vinhos tintos de 1262 a 2389 mg L⁻¹ e para os vinhos brancos de 70 a 407 mg L⁻¹. Já Vrcek et al. (2011), em estudos com 10 diferentes vinhos na Croácia, relataram teores de polifenóis totais para os vinhos tintos de 553,93 a 2666,93 mg L⁻¹ e para os brancos de 167,79 a 346,86 mg L⁻¹.

Assim observa-se que os maiores conteúdos polifenólicos foram encontrados nos vinhos tintos em relação aos vinhos brancos. As concentrações dos vinhos provenientes da região de estudo estão de acordo com literatura. No entanto é importante ressaltar que os

compostos fenólicos dos vinhos são dependentes da composição fenólica das uvas. A biossíntese desses compostos depende diretamente dos fatores ambientais e do genótipo das variedades de videira (TIAN et al., 2009).

4.3.2 *Análise de componentes principais*

Na **Figura 3.1** esta representada a análise de componentes principais (PCA) dos compostos fenólicos dos vinhos originários de Água Doce - SC na safra de 2010 e 2011. Observou-se que o Eixo 1 x Eixo 2 explicaram aproximadamente 95% dos dados e separando e 4 grupos.

No primeiro grupo, confirmou-se que os vinhos das variedades tintas (Sangiovese/10 e Rebo/10) estão correlacionados principalmente com os teores de flavan-3-óis, pois os vinhos de mais tempo em garrafa tendem a apresentar maiores concentrações deste componente químico. No segundo grupo, o vinho Sangiovese/11, se aproximou mais dos estilbenos totais por ser um vinho mais jovem e com os maiores teores em relação aos demais. O terceiro grupo, o vinho Rebo/11 apresentou proximidade com os níveis de antocianinas, por ser vinho mais jovem e apresentar cor intensa (menos tempo em garrafa). Entretanto, no quarto grupo os vinhos da variedade Vermentino apresentaram elevada relação com o ácido hidroxicinâmico, pois os vinhos das variedades brancas apresentam teores mais elevados deste composto em relação às tintas. É possível verificar ainda que os níveis de flavan-3-óis (elevados teores em variedades tintas) são negativamente correlacionados aos níveis de ácidos hidroxicinâmicos (elevados teores em variedades brancas).

Na **Figura 3.2**, é possível visualizar o dendrograma gerado através das análises dos compostos fenólicos das variedades analisadas. Essa técnica complementa a informação obtida, através da análise de componentes principais, e mostra de forma gráfica a relação de identidade entre os vinhos analisados. O eixo das ordenadas representa a distância euclidiana entre as amostras (medida de semelhança), em relação à composição química. Esse dendrograma apresentou correlação de 89%, sendo possível

visualizar a similaridade entre as variedades, independentemente da safra. Verifica-se ainda que os vinhos da variedade Vermentino foram os mais distantes nessa escala, sendo similares entre si, mas não entre os vinhos tintos.

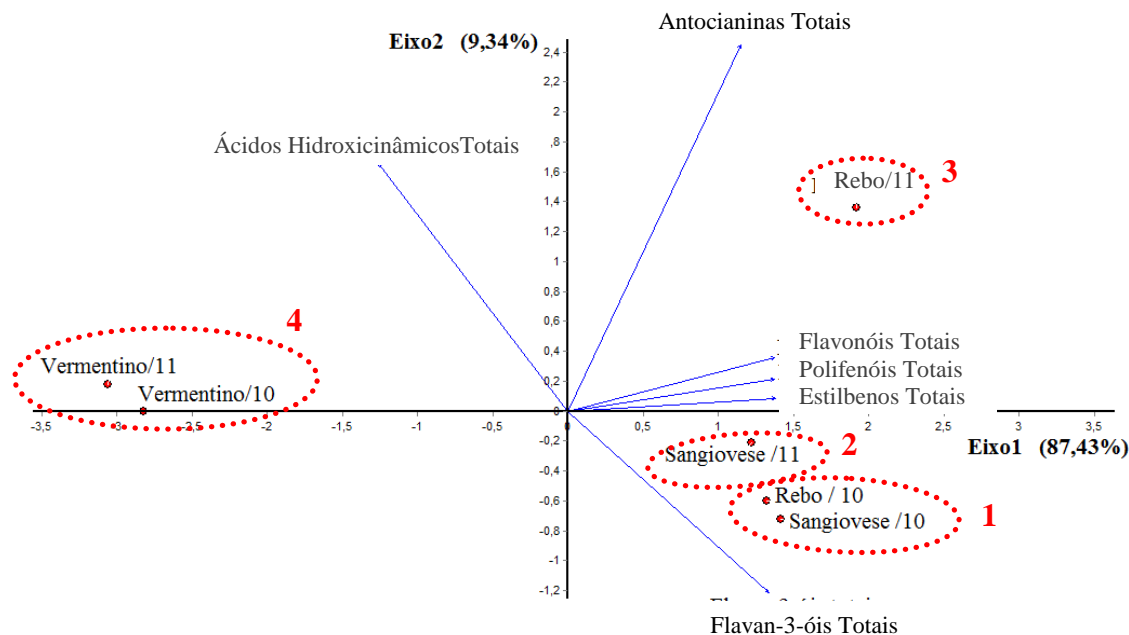


Figura 4.1. Análise de Componentes principais (PCA) das análises fenólicas dos vinhos das variedades Rebo, Sangiovese e Vermentino, provenientes das safras 2010 e 2011, produzidos na Região de Campos de Palmas em Água Doce – SC.

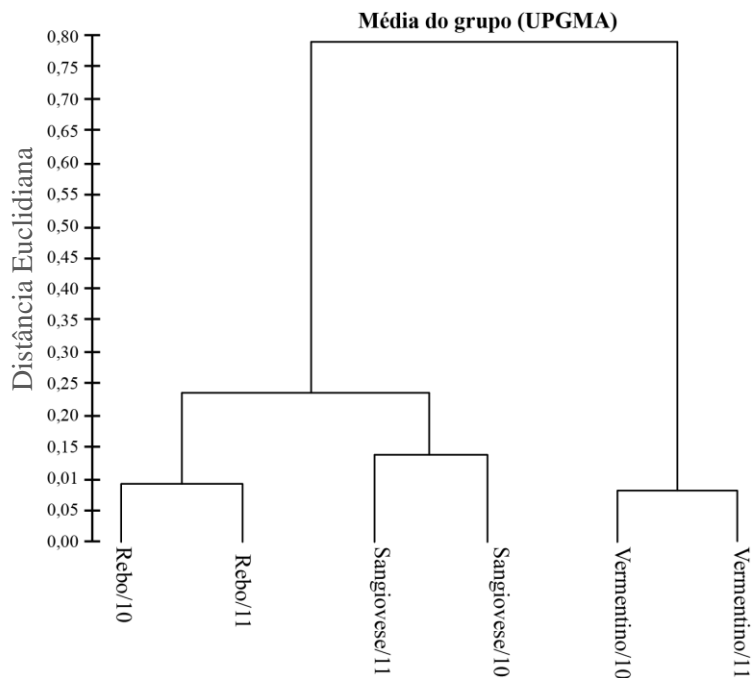


Figura 4.2. Cluster hierárquico dos compostos fenólicos dos vinhos das variedades Rebo, Sangiovese e Vermentino, provenientes das safras 2010 e 2011, produzidos na Região de Campos de Palmas em Água Doce – SC.

4.4 Conclusões

Os vinhos da variedade Vermentino apresentam tipicidade fenólica quando comparados aos produzidos na sua zona de produção (Itália), bem como para a maioria dos vinhos brancos elaborados em renomadas regiões produtoras de vinhos de qualidade.

No entanto, os vinhos das variedades Rebo e Sangiovese, demonstram concentrações adequadas para alguns parâmetros fenólicos, quando comparados a diferentes variedades de vinhos tintos. Os vinhos destas variedades destacam-se, principalmente, pelos os teores de Flavon-3-óis, Flavanóis e Antocianinas totais. As técnicas empregadas durante o processo de vinificação, como por exemplo, a duração, temperatura de maceração e fermentação, podem ter influenciado na formação dos diversos compostos fenólicos.

Assim, os vinhos elaborados com as uvas produzidas da região de Campos de Palmas em Água Doce - SC, provenientes das variedades Rebo, Sangiovese e Vermentino, das safras 2010 e 2011, apresentam “tipicidade” nas concentrações dos compostos fenólicos, devido as diferenças edafo-climáticas, manejo, safra, tempo em garrafa, sendo vinhos distintos e únicos, com característica local.

CAPÍTULO 5

ECOFISIOLOGIA E A COMPOSIÇÃO DA UVA DA VARIEDADE SANGIOVESE NA REGIÃO DE CAMPOS DE PALMAS EM ÁGUA DOCE - SC - BRASIL

CAPÍTULO 5 - ECOFISIOLOGIA E A COMPOSIÇÃO DA UVA DA VARIEDADE SANGIOVESE NA REGIÃO DE CAMPOS DE PALMAS EM ÁGUA DOCE - SC – BRASIL

RESUMO

O equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e a capacidade produtiva das plantas é um indicador importante para o entendimento das respostas fisiológicas aos fatores ambientais, sendo imprescindíveis para avaliação da adaptação de novas variedades. Para isso, estudos relacionados com a determinação da área foliar são fundamentais, pois são considerados determinantes na produtividade e na qualidade das uvas, uma vez que as folhas são os principais órgãos defotossíntese e transpiração. O objetivo desse trabalho foi estabelecer a melhor equação matemática para estimar a área foliar, quantificar a fotossíntese e avaliar a produtividade da variedade Sangiovese, no ciclo 2011/12, na região de Campo de Palmas, município de Água Doce-SC. A equação para a estimativa da área foliar foi realizada através de medidas de comprimento (cm) da nervura central e das nervuras laterais esquerda e direita da folha, definindo a melhor correlação entre as mesmas. Para a quantificação da fotossíntese utilizou-se analisador de gases com detecção infravermelha (IRGA LI-6400XTR), realizando-se curvas de fotossíntese em resposta a densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DDFFA) com concentrações de 0 a 2000 $\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ no início da maturação e na colheita. Os resultados demonstram que a melhor equação matemática para estimar a área foliar é a soma das nervuras laterais, gerando $y=0,3213x^2+0,4883x-0,6559$ ($R^2=0,97$). A atividade fotossintética em relação à DDFFA é crescente até o ponto de saturação ($1000 \mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$) atingindo taxa máxima no início da maturação de $18,10 \mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e na colheita de $15,99 \mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$. A variedade Sangiovese apresentou área foliar e taxas de assimilação de CO_2 adequadas para

realizar seus processos metabólicos, produzindo uvas com elevada qualidade e baixa produtividade por hectare.

Palavras-Chave: *Vitis vinifera* L., trocas gasosas, área foliar, fotossíntese, regiões de altitude elevada

5.1 Introdução

Na vitivinicultura, a elaboração de um bom vinho depende de uvas de boa qualidade, as quais são resultantes de diversos fatores como, por exemplo, adequadas condições edafoclimáticas, técnicas de cultivo (ALMANZA et al., 2010) e, principalmente, do equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e a capacidade produtiva das plantas (BORGHEZAN et al., 2010). Devido a isso, estudos ecofisiológicos relacionados à área foliar da videira são fundamentais, sendo considerados determinantes na produtividade, na qualidade da uva e do vinho (LÓPEZ-LOZAN; CASTERAD, 2013), uma vez que as folhas são os principais órgãos de fotossíntese e transpiração (SANCHEZ-DE-MIGUEL et al., 2011).

A determinação da área foliar permite inferir na atividade fotossintética, nas condições de luminosidade no dossel, no balanço hídrico das plantas e, relacioná-las com as práticas culturais mais adequadas para cada vinhedo (BESLIC et al., 2010).

Na viticultura muitas são as pesquisas que buscam o equilíbrio entre a área foliar com a produtividade e a qualidade das uvas (KLIEWER; DOKOOZLIAN, 2005; MYERS et al., 2008; HECKLER, 2009; BORGHEZAN et al., 2010).

A área foliar pode ser medida ou estimativa por métodos destrutivos e não-destrutivos. Em plantas a campo, o método mais utilizado é o direto e não-destrutivo, os quais apresentam vantagens e são mais recomendáveis (AMARANTE et al., 2009; LÓPEZ-LOZANO; CASTERAD, 2013), possibilitando avaliação de forma simples, rápida e precisa, sem retirada das folhas (CARBONNEAU, 1976). Esse método é caracterizado por estabelecer equações matemáticas definidas a partir das relações entre área foliar real e medições lineares realizadas nas folhas. Diversas equações matemáticas com esse método foram estabelecidas, como por exemplo, para a variedade Merlot e Sauvignon Blanc (BORGHEZAN et al., 2010), Tempranillo e Cabernet Franc (SANCHEZ-DE-MIGUEL et al., 2011) e Cabernet Sauvignon (BURIN et al., 2011). No entanto, são necessários estudos específicos para cada variedade e sistemas de condução das plantas para ajustar as equações de regressão, visando reduzir o erro na quantificação da área foliar.

A videira apresenta ampla plasticidade em se adaptar a diferentes condições ambientais. Isso se relaciona com a capacidade fotossintética da planta em adaptar-se as diferentes radiações incidentes, sendo importante o estudo da taxa fotossintética para o entendimento desse processo. Diversos estudos descrevem que as plantas apresentam respostas fotossintéticas dependentes da luz, sendo que folhas sombreadas apresentam menores taxas de fotossíntese que as submetidas a pleno sol (GIORIO; NUZZO, 2012; GREER; WEEDON, 2012). Em geral as taxas de fotossíntese são lineares as respostas da luz com baixa radiação, sendo que, em altas radiações a resposta da fotossíntese tende a declinar devido a limitações do substrato CO₂ (GREER; WEEDON, 2012). Assim as características do microclima, como luminosidade e temperatura, apresentam grande importância na fotossíntese e, conseqüentemente, na qualidade da uva (GREER; WEEDON, 2012).

No entanto, nas principais regiões vitícolas brasileiras, estudos da área foliar, da taxa fotossintética da videira, bem como a produtividade da uva, ainda são pouco conhecidos. Neste sentido, o objetivo desse trabalho foi estabelecer a melhor equação matemática para estimar a área foliar, quantificar a fotossíntese e avaliar a produtividade da variedade Sangiovese, no ciclo 2011/12, na região de Campo de Palmas, município de Água Doce-SC.

5.2 Material e métodos

5.2.1 Material

Local e material vegetal

O trabalho foi conduzido durante o ciclo 2011/12, na área experimental da Vinícola Villagio Grando no município de Água Doce no Estado de Santa Catarina, coordenadas 26°43'53"S e 51°30'26"W e com altitude de 1300 metros.

Foram utilizadas plantas da variedade Sangiovese, enxertadas sobre o porta-enxerto Paulsen 1103, implantadas em 2006, conduzidas em sistema espaldeira com três fios de arame, com espaçamento de 1,5 m entre plantas e 3,0 m entre linhas, orientadas

no sentido Norte-Sul. A poda foi conduzida em sistema de duplo cordão esporonado, deixando duas gemas por esporão.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando 4 repetições de 5 plantas de videira, com um total de 20 plantas para realização das análises.

5.2.2 Métodos

Determinação da área foliar

A análise de área foliar foi realizada durante a mudança da coloração das bagas. Coletou-se ao acaso de 70 folhas completas e sadias com diferentes tamanhos, de diversos ramos e plantas. Estas folhas foram acondicionadas em caixas térmicas e transportadas até o Laboratório de Morfogênese e Bioquímica Vegetal da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), conforme recomendado por Borghezan et al. (2010).

Com o auxílio de um paquímetro foi mensurado o comprimento (cm) da nervura central (NC), nervura lateral direita (NLD) e nervura da lateral esquerda (NLE) (**Figura 5.1**) de acordo com o método proposto por Carbonneau (1976). As folhas com comprimento da nervura central inferior a 3 cm foram descartadas, conforme sugerido por Lopes e Pinto (2000). A área real (cm²) de cada folha foi obtida com a utilização de um analisador portátil (AM 300 ADC, Inglaterra).

Após, esses dados foram correlacionados resultando em equações matemáticas. Dessa forma, para a escolha da melhor equação foi realizado análises de regressão para obter o coeficiente de determinação (R^2) que melhor explicasse o ajuste matemático. Dessa forma, as equações resultaram da relação entre a área foliar real avaliada e diferentes combinações do comprimento da nervura central (NC) e das nervuras laterais direita e esquerda da folha. Foram avaliados os modelos lineares, polinomiais (quadráticos) e de potências.

Conforme recomendação de Pire e Valenzuela (1995), para a validação da equação matemática, coletou-se uma nova amostra. No período da colheita foram contados o número de ramos de 20 plantas,

e selecionados aleatoriamente 2 ramos de diferentes plantas. Destes ramos, retiraram-se as folhas, as quais foram encaminhadas ao laboratório, e medidos novamente o comprimento das nervuras. Assim, a partir da equação matemática selecionada (maior R^2), foi estimado à área foliar individual.

A área foliar total por planta foi determinada a partir da área foliar de cada ramo, multiplicado pelo número médio de ramos por planta (BORGHEZAN et al., 2010). Para estimar a área foliar por hectare, multiplicou-se o número da área foliar por planta pelo número de plantas em um hectare.

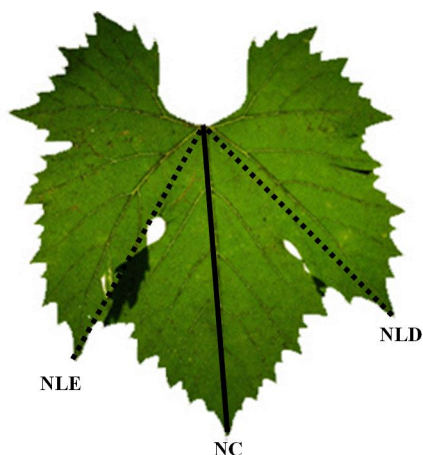


Figura 5.1. Principais dimensões das nervuras do limbo foliar da videira, variedade Sangiovese, utilizadas para determinar a equação matemática pelo método não-destrutivo. NC – nervura central; NLE – nervura lateral esquerda; NLD – nervura lateral direita.

Avaliações das trocas gasosas

A quantificação das trocas gasosas foi realizada utilizando um analisador de gases com detecção infravermelha (IRGA) portátil, da marca LI-COR, modelo LI – 6400XTR, em circuito aberto. As análises foram realizadas em folhas adultas, saudáveis e inteiras, opostas aos cachos e próximas ao mesmo, em ambos os lados do sistema de condução no vinhedo, e expostas à radiação solar. As medições

foram realizadas conforme metodologia proposta por Regina (1995), em seis folhas (repetições), de plantas diferentes, no início da maturação (13/02/2012) e na colheita (29/03/2012) das uvas.

As curvas de respostas da fotossíntese (A) em relação à densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) foram realizadas utilizando uma fonte luminosa artificial do tipo led modelo LI-6400-02B, sendo a folha submetida a fluxos incidente de 0, 100, 250, 500, 1000, 1500 e 2000 $\mu\text{mol fótons m}^{-2}\text{s}^{-1}$, conforme metodologia proposta por Mota et al. (2009). A curva de resposta de A em função da DFFFA foi ajustada a função hiperbólica $A = a + [(A_{\text{max}} \times \text{DFFFA}) / (b + \text{DFFFA})]$, em que A_{max} é a taxa máxima de fotossíntese e a e b são coeficientes de ajuste da equação (MOTA et al., 2009).

Análises produtivas das uvas

Na colheita, registrou-se o número e o peso total dos cachos (kg planta^{-1}). Com esses dados, foram estimadas as massas médias dos cachos e a produção por planta. Os dados da produção por planta juntamente com a densidade de plantio foram utilizados para possibilitar a estimativa de produção por hectare.

Análises químicas das uvas

Durante a colheita foram coletadas 200 bagas de forma aleatória em diferentes posições do cacho e diferentes plantas, conforme metodologia descrita por Borghezán et al. (2011). As amostras foram acondicionadas em caixas de isopor e encaminhadas ao Laboratório de Morfogênese e Bioquímica Vegetal da Universidade Federal de Santa Catarina em Florianópolis, SC, para realização das análises.

As análises físico-químicas foram realizadas com o mosto da uva, obtido a partir do esmagamento das bagas, de 30 bagas em triplicata, totalizando 90 bagas. As amostras foram analisadas conforme metodologias descritas pela OIV (2009). Para a determinação do teor de sólidos solúveis totais (SST) utilizou-se refratômetro digital, com compensação automática da temperatura

(modelo Instrutherm- RTD -45, São Paulo-SP); a acidez total titulável (ATT) foi realizada através de titulação (NaOH 0,1 N) e o pH foi avaliado a partir de leitura direta no aparelho AD 1030 (ADWA, Szeged, Hungria).

5.2.3 *Análise estatística*

A análise estatística para área foliar foi avaliada equações lineares, polinomiais (quadráticos) e de potência. Para verificar a diferença das curvas das respostas a fotossíntese dos diferentes estádios de desenvolvimento fenológico (maturação e colheita), os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5% de probabilidade, através do software Statistica versão 7.0 (STATSOFT, 2007). Os dados da produção e da qualidade físico-química foram analisados por estatística descritiva (valores absolutos e médios).

5.3 Resultados e discussão

5.3.1 *Análise foliar*

As melhores equações matemáticas (maiores coeficiente de correlação R^2) foram encontrados entre o comprimento da nervura principal (NC) com a área foliar (AF), e do somatório das nervuras laterais [$\Sigma(NLE+NLD)$] com a área foliar (AF), os quais estão representados nas **Figuras 5.2 e 5.3**.

No primeiro caso (NC x AF) foi obtido uma equação polinomial de $y = 0,822x^2 + 4,278x - 13,45$ (sendo “x” o comprimento das nervuras centrais), com coeficiente de correlação de $R^2 = 0,91$. Resultados com coeficientes de correlação similares foram observados por Borghezani et al. (2010) e Amarante et al. (2009) que utilizaram a nervura central para estimar a área foliar da variedade Merlot e Cabernet Sauvignon, respectivamente, sendo recomendada por apresentar facilidade e rapidez na execução.

O segundo caso $[\sum(NLE+NLD) \times AF]$ apresentou uma equação polinomial, sendo $y = 0,3213x^2 + 0,4883x - 0,6559$, obtendo elevado coeficiente de correlação ($R^2=0,97$). Equações semelhantes com a utilização das nervuras laterais foram observadas por diversos pesquisadores (BORGHEZAN et al., 2010; BESLIC et al., 2010; BURIN et al., 2011; SÁNCHEZ-DE-MIGUEL et al., 2011). Todos observaram um maior coeficiente de correlação, com valor superior a 95%, entre a área foliar e o somatório dos comprimentos das nervuras laterais em diferentes variedades.

Mediante as equações matemáticas apresentadas, selecionou-se a correlação $[\sum(NLE+NLD) \times AF]$ por apresentar maior R^2 . Através da equação estimou-se a área foliar (AF) da folha, por ramo, por planta e por hectare (**Tabela 1**). Os valores observados são similares aos descritos por Poni et al. (2006), para mesma variedade na Emília-Romagna/Itália, que verificaram valores de área foliar por ramo ($0,25 \text{ m}^2 \text{ ramo}^{-1}$). Myers et al. (2008) em pesquisas na Califórnia/EUA com a variedade Sangiovese, descreveram valores semelhantes de área foliar por ramo ($0,23 \text{ m}^2 \text{ ramo}^{-1}$) e por planta ($4,9 \text{ m}^2 \text{ planta}^{-1}$). Através dos resultados da área foliar, pode-se inferir que o sistema de condução espaldeira e as práticas culturais empregadas no vinhedo da Sangiovese, no presente trabalho, foram fatores determinantes para a similaridade dos valores com a Europa e Estados Unidos, pois mesmo nas condições climáticas de Santa Catarina a área foliar não sofreu alteração.

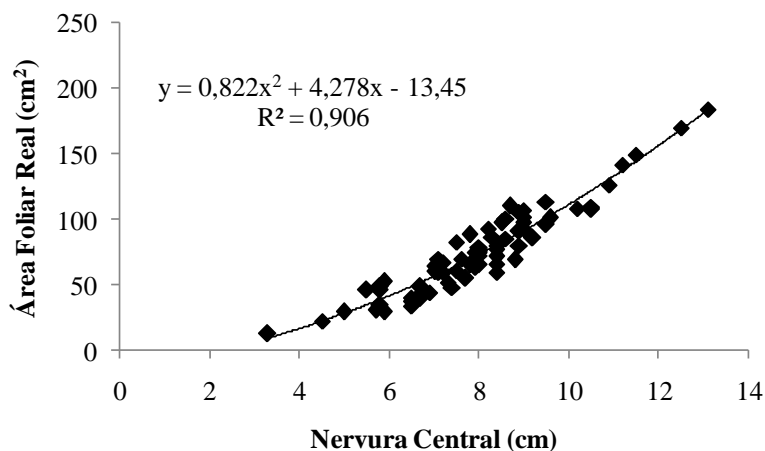


Figura 5.2. Relação da área foliar real (cm²) e o comprimento (cm) da nervura principal das folhas da videira (*Vitis vinifera* L.), variedade Sangiovese, produzida na região de Campos de Palmas em Água Doce-SC.

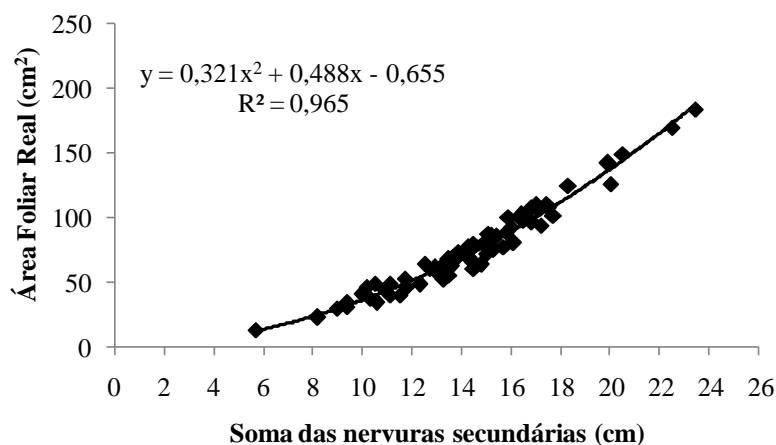


Figura 5.3. Relação entre a relação da área foliar real (cm²) e a soma das nervuras laterais esquerdas e direitas, das folhas da videira (*Vitis vinifera* L.), variedade Sangiovese, produzida na região de Campos de Palmas em Água Doce-SC.

5.3.2 Trocas gasosas

As curvas das taxas fotossintéticas em função da densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) estão apresentadas na **Figura 5.4**. As taxas fotossintéticas no início da maturação e na colheita não diferenciaram estatisticamente entre si ($p < 0,05$). Verificou-se que em ambos os estádios, ocorreram aumentos na taxa de assimilação de CO_2 até o ponto de saturação da radiação (próximo de $1000 \mu\text{mol fótons m}^{-2}\text{s}^{-1}$), a partir do qual a taxa não apresentou incremento. Nesse ponto a taxa fotossintética atingiu 12% de superioridade no início da maturação ($18,10 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) em relação à colheita ($15,99 \text{ CO}_2 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

A radiação solar fotossinteticamente ativa é um dos fatores ambientais mais importantes para o processo fotossintético das folhas, no presente trabalho com a variedade de videira Sangiovese foi observado que a partir de $1000 \mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ocorreu um pequeno incremento na taxa de assimilação de CO_2 das folhas, o qual se estabeleceu como o ponto de saturação, como também verificado por Greer e Weedon (2012) e Giorio e Nuzzo (2012).

A faixa de saturação a radiação encontrada para a variedade Sangiovese na região de estudo foi similar ao relatado por Higgins et al. (1992). Esses pesquisadores descreveram na Califórnia/EUA, que a videira (variedade Thompson Seedless), em comparação com a macieira, figueira, oliveira, pessegueiro e pereira, apresentou alta taxa fotossintética, atingindo no ponto de saturação de luz, valor de $20,00 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

No entanto, as taxas fotossintéticas observadas são superiores a de trabalhos realizados no Brasil. Em pesquisas realizadas por Heckler (2009) com a variedade Niágara a autora observou no ponto de saturação da luz, taxa de assimilação de CO_2 de $13,7 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Para Mota et al. (2009) as taxas de assimilação máximas para a variedade Cabernet Sauvignon foram de $16,7 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (plantas com cobertura plástica) e $14,2 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (plantas sem cobertura plástica).

Sabe-se que diversos fatores podem influenciar na atividade fotossintética das plantas como, por exemplo: a latitude, altitude, nebulosidade, radiação, o sistema de condução, a adaptação

fenotípica e o manejo do vinhedo. Assim, acredita-se que a altitude e o sistema de condução do vinhedo tenham sido os principais fatores responsáveis pelas diferenças observadas nas taxas fotossintéticas. O vinhedo catarinense (do presente estudo) é 1300 metros e o sistema de condução é a espaldeira, enquanto que os vinhedos dos Municípios Gaúchos de Bento Gonçalves (HECKLER, 2009) e Caxias do Sul (MOTA et al., 2009) se encontram em uma altitude aproximada de 700 metros, e a condução dos vinhedos são latada e manjedoura, respectivamente.

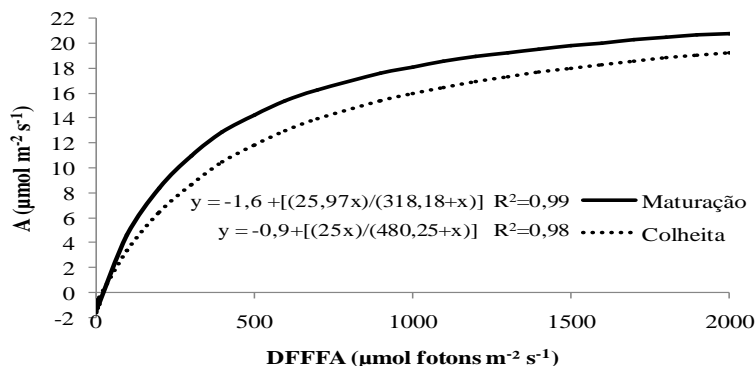


Figura 5.4. Curva de resposta das taxas fotossintéticas (A) em resposta densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA), em folhas individuais da videira (*Vitis vinifera* L.) variedade Sangiovese, durante a safra 2012 (ciclo 2011/12), produzida na região de Campos de Palmas em Água Doce-SC.

5.3.3 Produtividade e qualidade das uvas

Os resultados da produção média da Sangiovese observados na região Campo de Palmas em Água Doce, SC, foram de 1,67 kg planta⁻¹ ou ainda 3,71 t ha⁻¹ (**Tabela 5.1**). Segundo Bandinelli et al. (2000) em pesquisas com a Sangiovese na Toscana/Itália, a produtividade média foi de 2,4 a 3,0 kg planta⁻¹. Portanto, para esses autores, os valores observados no presente estudo, estariam abaixo da faixa de produção prevista para a Sangiovese, ou seja, o vinhedo apresentou baixa produção de uvas

para elaboração de vinhos. Porém, na média das três safras avaliadas as características físico-químicas das uvas na colheita foram: sólidos solúveis totais de 19,3 °Brix, pH de 3,40 e acidez total titulável de 97,83 meq L⁻¹ (**Tabela 5.1**), demonstrando bom potencial qualitativo das uvas destinadas à produção de vinhos finos de qualidade.

Tabela 5.1. Área foliar por ramo, por planta e por hectare, produção e qualidade da uva da videira (*Vitis vinifera* L.), variedade Sangiovese, da safra 2012 (ciclo 2011/12), produzida na região de Campos de Palmas em Água Doce-SC.

Parâmetro	Safr			
	2010	2011	2012	Média
Área foliar/ ramo (m ² ramo ⁻¹)	-	-	0,25	0,25
Área foliar/planta (m ² planta ⁻¹)	-	-	4,3	4,3
Área foliar/ hectare (m ² ha ⁻¹)	-	-	9,555	9,555
Produção (kg planta ⁻¹)	1,26	1,86	1,9	1,67
Produtividade (t ha ⁻¹)	2,8	4,13	4,2	3,71
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	20	18,9	19	19,3
Acidez Total Titulável (meq.L ⁻¹)	91,2	105,3	97	97,8
pH	3,48	3,23	3,5	3,4

5.3.4 Área foliar x Fotossíntese x Produtividade

Considerando os resultados, verifica-se um índice entre área foliar (m²) e a produção de uvas (kg) de 0,40 kg de uva por m² de área foliar. Assim, observa-se que essa relação é baixa, pois segundo Kliewer e Dokoozlian (2005), em estudo na Califórnia/EUA, verificaram para a videira em equilíbrio fisiológico relação de 0,8 a 1,2 kg de uva por m² de área foliar. Já Intrieri e Filipetti (2000) recomendam para produção de vinhos de qualidade índice entre 1,0 a 1,5 kg de uva por m² de área foliar. Para as variedades tintas (Côt, Négrette, Duras) da região do Midi-Pyrénées (França) o índice

recomendado é de 0,5 a 1,0 kg de uva por m² de área foliar (DUFOURCQ et al., 2005).

Os resultados obtidos indicam que a produção de uvas com qualidade para a produção de vinhos finos está assegurada por uma área foliar e taxas de assimilação de CO₂ adequadas. No entanto, a relação entre a produção de uvas e a superfície foliar está muito baixa, isso sugere que é possível aumentar a produtividade dos vinhedos da região sem causar perdas na qualidade das uvas produzidas.

Sabe-se que a produção excessiva pode retardar o amadurecimento, causar redução na qualidade das uvas e consequentemente dos vinhos (JACKSON; LOMBARD, 1993).

A possibilidade de aumento da produtividade do vinhedo pode ser comprovada quando se calcula a relação entre a produção de uvas e a superfície foliar, mantendo a área foliar. Por exemplo, temos 4,3 m² de área foliar por planta⁻¹ e pretende-se atingir uma produtividade de 12 t ha⁻¹, deve-se ter uma relação de 1,25 kg de uva por m² de área foliar.

Esse aumento da produtividade do vinhedo pode ser obtido através do adequado sistema de condução das plantas (REYNOLDS; VANDEN HEUVEL, 2009), no porta-enxerto utilizado (BRIGHENTI et al., 2011) ou no sistema de poda adotado (GATTI et al., 2011).

5.4 Conclusões

Para a estimativa da área foliar da variedade Sangiovese, produzida na região de Campos de Palmas em Água Doce-SC, recomenda-se a utilização do comprimento das nervuras laterais.

A atividade fotossintética das folhas da variedade Sangiovese foi crescente até o ponto de saturação de radiação, definido de $1000 \mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$, para a região de alta altitude, no início da maturação e na colheita.

A variedade Sangiovese apresenta área foliar e taxas de assimilação de CO_2 adequadas, produzindo uvas com boa qualidade enológica, mas com baixa produtividade.

Para aumentar a produtividade do vinhedo e manter a qualidade das uvas são necessárias práticas culturais para alterar a relação entre a área foliar e produção de uvas.

CONCLUSÕES FINAIS

Durante o período de pesquisa, foi possível observar que a região dos Campos de Palmas em Água Doce-SC apresenta características climáticas favoráveis para o cultivo de algumas variedades de videira (*Vitis vinifera* L.). Pelo fato da ocorrência do fenômeno de “El Niño” durante os ciclos avaliados, foram registrados elevados índices pluviométricos. Porém, as consequências da elevada quantidade de chuvas, são amenizadas devido ao tipo de solo, manejo da cultura, tratamentos fitossanitários e variedades resistentes contra doenças.

Pode-se observar que as diferenças térmicas anuais influenciam no ciclo fenológico das variedades de videira, acarretando em uma elevada variação de extensão fenológica e somatório térmico entre os ciclos.

Durante a maturação das uvas dos ciclos 2009/10 e 2010/11, a maioria das variedades apresenta evolução adequada de SST, pH e ATT. As variedades Rebo, Sangiovese, Ancellotta e Vermentino se destacam em relação às demais, devido à excelente qualidade da uva, sendo que essa última também apresenta elevada produtividade. Observou-se que em ciclos atípicos, como ocorrido em 2009/10 e 2010/11, ou seja, chuvosos devido a ocorrência de “El Niño”, essas variedades apresentaram bom potencial vitícola, provavelmente em ciclos normais elas terão um melhor desempenho a campo.

Os resultados evidenciam que em geral, as variedades cultivadas nas regiões do sul da Itália (Nero D’Avola, Negro Amaro, Lambrusco, Primitivo), as quais necessitam de temperaturas mais elevadas, não se adaptam a zona vitícola dos Campos de Palmas em Água Doce-SC. Por outro lado, as variedades cultivadas no centro, norte, noroeste e nordeste da Itália (Ancellotta, Sangiovese, Rebo, Vermentino) se adaptam bem a região de estudo. Isso comprova que cada variedade apresenta um potencial característico de resposta aos fatores ambientais, ou seja, há uma influência do genótipo-ambiente que determina o comportamento de adaptação e potencialidade para produção de uvas de qualidade.

Em relação aos vinhos analisados, o vinho proveniente da variedade Vermentino apresenta conteúdo fenólico similar, quando

comparado aos produzidos nas suas zonas de produção (Itália), demonstrando tipicidade varietal. Os vinhos da variedade Rebo e variedade Sangiovese, de modo geral, apresentam teores adequados para os compostos fenólicos. Porém, acredita-se que o conjunto de fatores ambientais, manejo vitícola e processos de vinificação, acarretam na produção de uvas e vinhos únicos e distintos dos demais. Por isso, a análise sensorial é uma importante ferramenta para averiguação da qualidade dos vinhos de modo global.

Os estudos ecofisiológicos evidenciam que a equação estabelecida para estimar a área foliar da variedade Sangiovese apresenta elevada precisão, sendo recomendadas para a avaliação das plantas, sem comprometer o desenvolvimento e a produção do vinhedo. As plantas avaliadas desta variedade apresentam área foliar e taxas de assimilação de CO₂ adequadas para realização de seus processos metabólicos, produzindo uvas com boa qualidade vitícola. Apesar disso, a produtividade obtida no vinhedo foi baixa. Isso demonstra que a necessidade de práticas de manejo mais adequadas para equilibrar o crescimento vegeto-produtivo desta variedade.

Concluindo, das 12 variedades avaliadas durante os ciclos 2009/10 e 2010/11, destacam-se as variedades Rebo e Sangiovese (tintas) Vermentino (branca). Em particular, a variedade Vermentino apresenta elevado potencial viti-enológico e produtivo, e sua utilização pode ser diversificada, como por exemplo, ser consumida como uva de mesa (*in natura*) como em diversas regiões do seu local de origem. A variedade Rebo além de se destacar pelo potencial qualitativo da uva e do vinho, demonstra ser resistente a diversas doenças, sendo esse um relevante fator para sustentabilidade ambiental e econômica da viticultura na região estudada.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Esse estudo permitiu selecionar variedades com potencialidade para cultivo na região dos Campos de Palmas em Água Doce-SC, porém para a indicação em plantio comercial, recomenda-se acompanhamento de mais ciclos.

Para um estudo mais completo, sugerem-se estudos ecofisiológicos, relacionados ao equilíbrio vegetativo/produtivo das outras variedades, bem como análises químicas e sensoriais dos vinhos.

Recomenda-se ainda que, para a caracterização do perfil fenólico dos vinhos, as análises sejam realizadas com o mesmo tempo de garrafa, assim o fator “safra” poderia ser melhor caracterizado.

A viticultura catarinense ainda é recente. Assim, estudos ecofisiológicos e vitícolas de diferentes variedades são de extrema importância, em especial quando se visa à determinação de “*terroir*”. Isso permite distinguir cada local com suas potencialidades regionais e territoriais, com produção de produtos típicos e consequentemente, contribuindo para o desenvolvimento regional sustentável.

REFERÊNCIAS

ACAVITIS. Associação Catarinense dos Produtores de Vinhos Finos de Altitude. Disponível em: < <http://www.acavitis.com.br>>. Acesso: 02 fev 2013.

AKKURT, M.; WELTER, L.; MAUL, E.; TÖPFER, R.; ZYPRIAN, E. Development of SCAR markers linked to powdery mildew (*Uncinula necator*) resistance in grapevine (*Vitis vinifera* L. and *Vitis* sp.) **Molecular Breeding**, v.19, p.103-111, 2007.

ALBUQUERQUE, T. C. S. **Adubação mineral da videira**. EMBRAPA SEMI ARIDO. 2008.

ALLEN, M. S.; LACEY, M. J.; BROWN, W. V.; HARRIS, R. L. N. Occurrence of methoxypyrazines in grapes of *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon and Sauvignon Blanc. In: Ribéreau-Gayon, P.; Lonvaud, A. (Eds.). **Actualités Oenologiques 89**. Paris, France: Dunod, p. 25-30, 1999.

ALLEN, M.S.; LACEY, M.J.; BROWN, W.V.; HARRIS, R.L.N. Contribution of methoxypyrazines to the flavour of Cabernet Sauvignon and Sauvignon Blanc grapes and wines. **In**. Proceedings Seventh Australian Wine Industry Technical Conference, p. 113–247, 1992.

ALMANZA, P. J.; QUIJANO-RICO, M. A.; FISCHER, G.; CHAVES B. C.; ALAGUERA-LÓPEZ, H.E. Physicochemical characterization of 'Pinot Noir' grapevine (*Vitis vinifera* L.) fruit during its growth and development under high altitude tropical conditions. **Agronomía Colombiana**, v. 28, n. 2, p. 173-180, 2010.

AMARANTE, C. V. T.; ZANARDI, O. Z.; MIQUELOTO, A.; STEFFENS, C. A.; ERHART, J.; ALMEIDA, J. A. Quantificação da área e do teor de clorofilas em folhas de plantas jovens de videira 'Cabernet Sauvignon' mediante métodos não destrutivos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.3, p.680-686, 2009.

ANASTASIADI, M.; ZIRA, A.; MAGIATIS, P.; HAROUTOUNIAN, S. A.; SKALTSOUNIS, A. L.; MIKROS, E.

¹H NMR-based metabonomics for the classification of Greek wines according to variety, region, and vintage. Comparison with HPLC data. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.57, n. 23, p. 11067-11074, 2009.

ANDRADE, P. B.; OLIVEIRA, B. M.; SEABRA, R. M.; FERRIERA, M. A.; FERRERES, F. GARCIA-VIGUERA, C. Analysis of phenolic compounds in spanish Albararino and portuguese Alvarinho and Loureiro wines by capillary zone electrophoresis and high performance liquid chromatography. **Electrophoresis**, v.22, p.1568–1572, 2001.

ANDREINI, D.L.; VITI, R.; SCALABRELLI, G. Study on the morphological evolution of bud break in *Vitis vinifera* L. **Vitis**. v. 48, p.153–158, 2009.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos: Uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.66, n.1, p.1-9, 2007.

ASHENFELTER, O.; STORCHMANN, K. Using hedonic models of solar radiation and weather to assess the economic effect of climate change: the case of Mosel valley vineyards. **The Review of Economics and Statistics**, v.92, n.2, p.333-349, 2010.

BACK, A. J.; DELLA BRUNA, E.; VIEIRA, H. J. Tendências climáticas e produção de uva na região dos Vales da Uva Goethe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.47, n.4, p.497-504, 2012.

BADUCA CAMPEANU, C.; BELENIUC, G.; SIMIONESCU, V.; PANAITESCU, L.; GRIGORICA, L. Climate change effects on ripening process and wine composition in Oltenia's vineyards from Romania. **ISHS. Acta Horticulturae**, v. 931, 2012.

BAILLOD, M.; BAGGIOLLINI, M. Les stades repères de la vigne. **Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.** v. 25, n. 1, p. 7-9, 1993.

BANDINELLI, R.; MANCUSO, S.; PISANI, P. L. ; LORETI, F.; SCALABRELLI, G.;PORCINAI, S. Ricerche comparative su

sette cloni di “Sangiovese” nel Chianti Classico. **In.** International Symposium il “Sangiovese”. Firenze-Itália, 2000.

BARBOSA, A. S.; BASÍLIO, R. A.; BARBOSA, L. A.; SILVA, H. D. L. Resposta fisiológica a luz e concentrações de dióxido de carbono na cultura da videira (*Vitis vinifera* L.). **Revista Biofar**, v.4, n.2, 2010.

BASSO, M. F.; FAJARDO, T. V.; SANTOS, H. P.; GUERRA, C. C.; AYUB, R. A.; NICKEL, O. Fisiologia foliar e qualidade enológica da uva em videiras infectadas por vírus. **Tropical Plant Pathology**, v.35, 2010.

BAVARESCO, U.; MATTIVI, F.; DE ROSSO, M.; FLAMINI, R. Effects of Elicitors, Viticultural Factors, and Enological Practices On Resveratrol and Stilbenes in Grapevine and Wine. **Mini reviews in Medicinal Chemistry**, 2012.

BAVOUGIAN, C. M.; READ, P. E.; SCHLEGEL, V. L.; HANFORD, K. J.. Canopy Light Effects in Multiple Training Systems on Yield, Soluble Solids, Acidity, Phenol and Flavonoid Concentration of ‘Frontenac’ Grapes. **Hort Technology**, v.23, n.1, p.86-92, 2013.

BERTELLI, A. A.; DAS, D. K. Grapes, wines, resveratrol, and heart health. **Journal of Cardiovascular Pharmacology**, v.54, n.6, 2009.

BESLIC, A.; TODIC, S.; TESIC, D. Validation of Non-destructive Methodology of Grapevine Leaf Area Estimation on cv. Blaufränkisch (*Vitis vinifera* L.). **South African Journal of Enology and Viticulture**, v.31, n.1, 2010.

BLOUIN, J.; GUIMBERTEAU, G. **Maturation et maturité des raisins**. Paris: Ferret-Fr, 2000, 151p.

BOCCACCI, P.; MARINONI, D. T.; GAMBINO, G.; BOTTA, R.; SCHNEIDER, A. Genetic characterization of endangered grape cultivars of Reggio Emilia province. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.56, n.4, p. 411-416, 2005.

BOCK, A.; SPARKS, T.; ESTRELLA, N.; MENZEL, A. Changes in the phenology and composition of wine from Franconia, Germany. **Climate Research**, v. 50, p. 69-81, 2011.

BONGHI, C.; RIZZINI, F.M.; GAMBUTI, A.; MOIO, L.; CHKAIBAN, L.; TONUTTI, P. Phenol compound metabolism and gene expression in the skin of wine grape (*Vitis vinifera* L.) berries subjected to partial postharvest dehydration. **Postharvest Biology and Technology**, v. 67, p.102–109, 2012.

BONNARDOT, V.M.F.; CAREY, V.A.; PLANCHON, O.; CAUTENET, S. Sea breeze mechanism and observations of its effects in the Stellenbosch wine producing area. **Wynboer**, v. 147, p. 10-14, 2001.

BORGHEZAN, M.; GAVIOLI, O.; PIT, F. A.; SILVA, A. L. Modelos matemáticos para a estimativa da área foliar de variedades de videira à campo (*Vitis vinifera* L.). **Ciência e Técnica Vitivinícola**, v.25, n. 1, p.1-7, 2010.

BORGHEZAN, M.; GAVIOLI, O.; PIT, F. A.; SILVA, A. L. Comportamento vegetativo e produtivo da videira e composição da uva em São Joaquim, Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 398-405, 2011.

BORSATO, V. D. A. A dinâmica atmosférica no centro-sul do Brasil no verão e as influencias do El Niño oscilação sul (ENOS), **Revista do Departamento de Geografia-USP**, v.22, p.135-157, 2011.

BRAGA, H. J.; SILVA, L. M. K. Sistema Agrometeorológico para Microcomputador. **In**: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Belém-Pará, v.1, p. 380-385, 1987.

BRIGHENTI, A. F.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A.; MARCON FILHO, J. L.; BRIGHENTI, L. M.; MALINOVSKI, L. I.; SILVA, A. L. Physical-chemical quality of Cabernet Sauvignon clones in high altitude regions of Santa Catarina State, Brazil. **In XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010)**, v. 931, p. 385-388, 2010.

BRIGHENTI, A. F.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A.; SCHLEMPER, C. Desempenho vitivinícola da Cabernet Sauvignon sobre diferentes porta-enxertos em região de altitude de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p. 096-102, 2011.

BRIGHENTI, E.; TONIETTO, J. O clima de São Joaquim para a viticultura de vinhos finos: classificação pelo sistema CCM Geovíticola. In: Congresso Brasileiro De Fruticultura. Florianópolis-SC. **Anais...** CD-ROM, 2004.

BRIGHENTI, E.; BONIN, V. Comportamento fenológico de cultivares de videira (*Vitis vinifera*), na região de São Joaquim, SC. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, São Joaquim-SC. **Anais...** EPAGRI, 2008.

BUIARELLI, F.; COCCIOLI, F.; JASIONOWSKA, R.; MEROLLE, M.; TERRACCIANO, A. Analysis of some stilbenes in Italian wines by liquid chromatography/tandem mass spectrometry. **Rapid Communications in Mass Spectrometry**, v.21, n.18, p. 2955-2964, 2007.

BUNEA, C. I.; POP, N.; BABEŞ, A. C.; MATEA, C.; DULF, F. V.; BUNEA, A. Carotenoids, total polyphenols and antioxidant activity of grapes (*Vitis vinifera*) cultivated in organic and conventional systems. **Chemistry Central Journal**, v.6, n.1, 2012.

BURATTI, S.; BALLABIO, D.; BENEDETTI, S., COSIO, M. S. Prediction of Italian red wine sensorial descriptors from electronic nose, electronic tongue and spectrophotometric measurements by means of Genetic Algorithm regression models. **Food Chemistry**, v.100, n.1, p.211-218, 2007.

BURIN, V. M.; SILVA, A. L.; MALINOVSKI, L.I.; ROSIER, J. P.; FALCÃO, L. D.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Characterization and multivariate classification of grapes and wines of two Cabernet

Sauvignon clones. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 474-481, 2011.

CABRITA, M. J.; RICARDO-DA-SILVA, J. E.; LAUREANO, O. Os compostos polifenólicos das uvas e dos vinhos. In: Seminário Internacional de Vitivinicultura, Ensenada-México. **Anais eletrônicos**. Lisboa: ISA, UTL, 2003.

CAFFARRA, A.; ECCEL, E. Projecting the impacts of climate change on the phenology of grapevine in a mountain area. **Australian Journal of Grape Wine**, v.17, p.52-61, 2011.

CALÒ A.; SCIENZA, A.; COSTACURTA, A. **Vitigni d'Italia**. Edagricole, Bologna, Italia, 2006.

CAMARGO, U. A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p. 144-149, 2011.

CAMPOS, C. G. C. **Padrões climáticos atuais e futuros de temperatura do ar na Região Sul do Brasil e seus impactos nos cultivos de pêssego e de nectarina em Santa Catarina**. 165 f. 2011 Tese (Doutorado em Meteorologia - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), São José dos Campos/SP. 2011.

CARBONNEAU, A. Principes et methodes de mesure de la surface foliari. Essai de caracterizacion des types de feviles dans le genre *Vitis*. **Annales de Amelioration des Plantes**, v.28, n.2, p.327-343, 1976.

CARVALHO JUNIOR, L.C.C.; MOSSINI, M. A cadeia produtiva de uvas e vinhos de Santa Catarina: uma análise das transformações entre os seus segmentos. **Revista Textos de Economia- UFSC**, v. 14, n. 1, 2011.

CASPARI, H.W.; LANG, A.; ALSPACH, P. Effects of girdling and leaf removal on fruit set and vegetative growth in grape. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 49, n.4, p.359-366, 1998.

CASTELLARI, M.; PIERMATTEI, B.; ARFELLI, G.; AMATI, A. Influence of aging conditions on the quality of red Sangiovese wine. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.8, p.3672-3676, 2001.

CASTELLARI, M.; SARTINI, E.; FABIANI, A.; ARFELLI, G.; AMATI, A. Analysis of wine phenolics by high-performance liquid chromatography using a monolithic type column. **Journal of Chromatography**, v. 973, n.1, p. 221-227, 2002.

CGFS-RS/SC. Comissão de química e de fertilidade do solo. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBRS/NRS, 2004.

CHAMPAGNOL, F. **Éléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale**. Montpellier: Déhan, 1984, 351p.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. DOS; MANDELLI, F.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S. Caracterização fenológica e requerimento térmico da cultivar Moscato Giallo sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 119-126, 2009.

CHEVET, J. M.; LECOCQ, S.; VISSER, M. Climate, grapevine phenology, Production, and Prices: Pauillac (1800-2009). **American Economic Review**, v.101, n.3, 2011.

CHEYNIER, V.; DUEÑAS-PATON, M.; SALAS, E.; MAURY, C.; SOUQUET, J. M.; SARNI-MANCHADO, P.; FULCRAND, H. Structure and properties of wine pigments and tannins. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.57, n.3, p.298-305, 2006.

CHIRA, K.; SCHMAUCH, G.; SAUCIER, C.; FABRE, S.; TEISSEDRE, P. L., Grape variety effect on proanthocyanidin composition and sensory perception of skin and seed tannin extracts from Bordeaux wine grapes (Cabernet Sauvignon and Merlot) for two consecutive vintages (2006 and 2007). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n.2, p.545-553, 2009.

CIPRIANI, R. **Sistemas de poda de inverno no comportamento vitícola-enológico das variedades Nebbiolo, Teroldego e Verdicchio em Água Doce**. 2012, Dissertação (Mestrado em Ciência, área de concentração Recursos Genéticos Vegetais - Universidade Federal de Santa Catarina), Florianópolis-SC, 2012.

CLIFF, M. A.; KING, M. C.; SCHLOSSER, J. Anthocyanin, phenolic composition, colour measurement and sensory analysis of BC commercial red wines. **Food Research International**, v.40, n.1, p.92-100, 2007.

COHEN, S. D.; TARARA, J.M; GAMBETTA, G.A.; MATTHEWS, M.A.; KENNEDY, J.A. Impact of diurnal temperature variation on grape berry development, proanthocyanidin accumulation, and the expression of flavonoid pathway gene. **Journal of Experimental Botany**, p.1-11, 2012.

CONDE, C.; FONTES, N.; DIAS, A.C.P.; TAVARES, R.M.; SOUZA, M.J.; AGASSE, A.; DELROT, S.; GERÓS, H. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Food. Global Science Book**, v. 1, n. 1, p. 1-22, 2007.

CONRADIE, W.J.; CAREY, V.A.; BONNARDOT, V.; SAAYMAN, D.; SCHOOR, L.H. Effect of different environmental factors on the performance of Sauvignon Blanc grapevines in the Stellenbosch/Durbanville Districts of South Africa. I. Geology, soil, climate, phenology and grape composition. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v.23, n. 2, p. 78-91, 2002.

COOMBE, B. G. Research on development and ripening of the grape berry. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 43, n. 1, p. 101-109, 1992.

COOMBE, B. G.; MCCARTHY, M. G. Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.6, p.131-135, 2000.

COSTEA, D. C.; DOLORIS, C. D.; ELENA, G.; PETRE, S.; MARACINEANU, L. C.; CAPRUCIU, D. F. The influence of the climate variability on the main chemical compounds defining the quality of the viticulture production. **Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology**, v.14, n.2, p. 258-262, 2010.

COZZOLINO, D.; CYNKAR, W.U.; DAMBERGS, R.G.; GISHEN, M.; SMITH, P. GRAPE (*Vitis vinifera*) compositional data spanning ten successive vintages in the context of abiotic growing parameters. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.139, p.565–570, 2010.

CPETEC. **El Niño e La Niña**. Centro de previsão de tempo e estudos climáticos. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>> Acesso em: 06 fevereiro 2013.

CQFS-RS/SC. Comissão de química e de fertilidade do solo. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBRS/NRS, 2004

DAI, Z. W.; OLLAT, N.; GOMÈS, E.; DECROOCQ, S.; TANDONNET, J. P.; BORDENAVE, L.; PIERI, P.; HILBERT, G.; KAPPEL, C.; LEEUWEN, C .V.; VIVIN, P.; DELROT, S. Ecophysiological, Genetic, and Molecular Causes of Variation in Grape Berry Weight and Composition: A Review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.62, n 4, p.413-425, 2011.

DE PAU, L.; SATTA, D.; ZUCCA, L.; BANDINO, G.; MAMELI, M.G. Effects of the irrigation regime and partial root zone drying in Vermentino grapevines in Sardinia, Italy. **Acta Horticulture**, v.889, p.83–90, 2009.

DELOIRE, A.; VAUDOUR, E.; CAREY, V.; BONNARDOT, V.; VAN LEEUWEN, C. Grapevine responses to terroir: A global approach. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v.39, p.149-162, 2005.

DI STEFANO, R.; CRAVERO, M. C.; GENTILINI, N.. Metodi per lo studio dei polifenoli dei vini. **Enotecnico**, v.25, 1989.

DI STEFANO, R., CRAVERO, M., GUIDONI, S. I composti fenolici dell'uva. Estrazione dei composti fenolici dalle parti solide dell'uva durante la fermentazione. **Vini d'Italia**, v.32, n.1, p. 15-22, 1990.

DOBROWSKI, S. Z.; USTIN, S. L.; WOLPERT, J. A. Remote estimation of vine canopy density in vertically shoot-positioned vineyards: determining optimal vegetation indices. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 8, n.2, p.117-125, 2002.

DOWNEY, M.O.; DOKOOZLIAN, N.K.; KRSTIC, M.P. Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: a review of recent research. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.57, p. 257–268, 2006.

DRISSI, R.; GOUTOULY, J.P.; FORGET, D.; GAUDILLERE, J.P. Nondestructive measurement of grapevine leaf area by ground normalized difference vegetation index. **Agronomy Journal**, v.101, n.1, p.226-231, 2009.

DUCHÊNE, E.; SCHNEIDER, C. Grapevine and climatic changes: a glance at the situation in Alsace. **Agronomy for Sustainable Development**, v.25, p. 93-95, 2005.

DUFOURCQ, T.; GONTIER, L.; SERRANO, E.; OLLAT, N. Rapport surface foliaire et poids de recolte: incidences sur l'alimentation hydrique de la vigne, la qualite du mout, la qualite du vin de quatre cepages de midi-pyrenees. **In:** Actes de colloque, Rapport surface foliaire et poids de récolte, Gesco, Bordeaux/France, 2005.

EBERT, A.; PETRI, J. L. BENDER, R. J., BRAGA, H. J. First experiences with chill-unit models in southern Brazil. **In:** I International Symposium on Computer Modelling in Fruit Research and Orchard Management, v. 184, p. 79-86, 1985.

ELSNER, E.A.; JUBB JR., G.L. Leaf area estimation of Concord grape leaves from simple linear measurements. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.39, n.1, p.95-97, 1988.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306p.

EMBRAPA. **Indicações Geográficas para vinhos Brasileiros**. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica>. Acesso em: 25 Janeiro. 2013.

EMMETT, R.W.; HARRIS, A. R.; TAYLOR, R. H.; MCGECHAN, J.K. Grape diseases and vineyard protection. **In**. Viticulture - Practices. B.G. Coombe and P.R. Dry, v.2, p.232-278, 1992.

EPAGRI/CIRAM. **Sistema de Monitoramento Climático SISCLIMA**. Disponível em: <http://ciram.epagri.sc.gov.br/sisclima>. Acesso em: 10 maio 2012.

EPAGRI/CIRAM. **Zoneamento Vitícola** Disponível em: http://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/arquivos/porta/agricultura/zoneAgricola/Videira_Europeia_Mapa.pdf. Acesso em: 10 Janeiro 2013.

FALCÃO, L. D. **Caracterização analítica e sensorial de vinhos Cabernet Sauvignon de diferentes altitudes de Santa Catarina**. 2007, 150 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos - Universidade Federal de Santa Catarina), Florianópolis-SC, 2007.

FALCÃO; L. D.; CHAVES; E. S.; BURIN; V. M.; FALCÃO; A. P.; GRIS; E. F.; BONIN; V.; ; BORDIGNON-LUIZ; M. T. Maturity of Cabernet Sauvignon berries from grapevines grown with two different training systems in a new grape growing region in Brazil. **Ciência e Investigación Agraria**, v.35, n.3, p.321-332, 2008.

FALCÃO, L. D.; BURIN, V. M.; CHAVES, E. S.; VIEIRA, H. J.; BRIGHENTI, E.; ROSIER, J. P.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Vineyard altitude and mesoclimate influences on the phenology and

maturation of Cabernet-Sauvignon grapes from Santa Catarina State. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, Villenave d'Ornon, v.44, n.3, p.135-150, 2010.

FALCHI, M.; BERTELLI, A.; LO SCALZO, R.; MORASSUT, M.; MORELLI, R. Comparison of cardioprotective abilities between the flesh and skin of grapes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p.6613-6622, 2006.

FALLAHI, E.; FALLAHI, B.; SHAFII, B.; STARK, J. C. Performance of six wine grapes under southwest Idaho environmental conditions. **Small Fruits Review**. v.4, p.77–85, 2005.

FANARA, C. **Evoluzione dei composti polifenolici in vini bianchi della sardegna durante la conservazione in bottiglia e caratterizzazione aromatica**. Tesi (Dottorato in Biotecnologie Microbiche Agroalimentari- Università degli Studi di Sassari), Sassari/Itália, 2011.

FAVAREL, J. L. L'acidité tartrique et l'acidité: du moût au vin. In: Lallemand. La microbiologie des vins mousseux: La stabilisation des vins: mecanismes et evaluation. Toulouse: Danona, p.87-94, 1994.

FELDBERG, N. P.; MALINOVSKI, L. I. ; SILVA, A. L. ; ROSIER, J. P. ; PORRO, D. ; STEFANINI, M. Adaptación de variedades de uvas italianas y francesas en la región de altitud de Água Doce-SC, Brasil. In: Anais do XIII Congresso Latinoamericano de Viticultura Y Enología, 2011.

FERNÁNDEZ-ZURBANO, P.; FERREIRA, V.; ESCUDERO, A.; CACHO, J. Role of hydroxycinnamic acids and flavanols in the oxidation and browning of white wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, n. 12, p.4937-4944, 1998.

FIORILLO, E.; CRISCI, A.; DE FILIPPIS, T.; DI GENNARO, S.F.; DI BLASI, S.; MATESE, A.; PRIMICERIO, J.; VACCARI, F.P.; GENESIO, L. Airborne high-resolution images for grape classification: changes in correlation between technological and late

maturity in a Sangiovese vineyard in Central Italy. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.18, p.80–90, 2012.

FONSECA, C. E. L.; CONDE, R. C. C. Estimativa da área foliar em mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gom.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, n.29, p.593-599, 1994.

FOURNIOUX, J.C. Influences foliaires sur le développement végétatif de la vigne. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v.31, n.4, p.165-183, 1997.

FRAGASSO; M.; ANTONACCI; D.; PATI; S.; TUFARIELLO; M.; BAIANO; A.; FORLEO; L. R.; LA NOTTE; E. Influence of Training System on Volatile and Sensory Profiles of Primitivo Grapes and Wines. **American Journal of Enology and Viticulture**. 2012.

FRANKEL, E.; WATERHOUSE, A.; KINSELLA, J. Inhibition of human LDL oxidation by resveratrol. **The Lancet**. v.341, p.1103-1104, 1993.

FRANKEL, E.N.; WATERHOUSE, A.L.; TEISSEDRE, P.L. Principal phenolic phytochemicals in selected California wines and their antioxidant activity in inhibiting oxidation of human low-density lipoproteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.43, p.890-894, 1995.

FREGONI, M. **Viticultura di qualità**. Lungodige Galtorossa: Informatore Agrário, p.707. 2005.

FUHRMAN, B.; VOLKOVA, N.; SURASKI, A.; AVIRAM, M. White wine with red wine-like properties: increased extraction of grape skin polyphenols improves the antioxidant capacity of the derived white wine. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.7, p. 3164-3168, 2001.

GAMBELLI, L.; SANTARONI, G. P. Polyphenols content in some Italian red wines of different geographical origins. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.17, p. 613–618, 2004.

GARCÍA-FALCÓN, M. S.; PÉREZ-LAMELA, C.; MARTÍNEZ-CARBALLO, E.; SIMAL-GÁNDARA, J.. Determination of phenolic compounds in wines: Influence of bottle storage of young red wines on their evolution. **Food Chemistry**, v.105, n.1, p. 248-259, 2007.

GATTI, M.; CIVARDI, S.; BERNIZZONI, F.; PONI, S. Long-Term Effects of Mechanical Winter Pruning on Growth, Yield, and Grape Composition of Barbera Grapevines. **American Journal of Viticulture and Enology**, v. 62, p. 199-206, 2011.

GATTI, M.; BERNIZZONI, F.; CIVARDI, S.; PONI, S. Effects of Cluster Thinning and Preflowering Leaf Removal on Growth and Grape Composition in cv. Sangiovese. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.63, n.3, p.325-332, 2012.

GATTO, P.; VRHOVSEK, U.; MUTH, J.; SEGALA, C.; ROMUALDI, C.; FONTANA, P.; PRUEFER, D.; STEFANINI, M.; MOSER, C.; MATTIVI, F.; VELASCO, R. Ripening and genotype control stilbene accumulation in healthy grapes. **Journal Agriculture of Food Chemistry**, v.56, p.11773–11785, 2008.

GIORIO, P.; NUZZO, V. Leaf area, light environment, and gas exchange in Montepulciano grapevines trained to Tendone trellising system. Plant Biosystems. **International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology**, v.146, n.2, 322-333, 2012.

GIOVANNINI, E. **Produção de uvas para vinho, suco e mesa**. Porto Alegre, RS: Ed. Renascença, 1999, 364 p.

GIUFFRÈ, A. M. Polifenoli totali nelle bucce di uve rosse in vitigni calabresi. **Industrie delle bevande**, v. 227, p.18-21, 2010.

GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York: John Wiley e Sons Inc. 2001.

GOLDBERG, D. M.; KARUMANCHIRI, A.; SOLEAS, G. J.; TSANG, E.. Concentrations of selected polyphenols in white commercial wines. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.50, n.2, p. 185-193, 1999.

GOLDBERG, D.; GEORGE, S. "Wine and Health: A Paradigm for Alcohol and Antioxidants. **Journal Med Biochem**, v.30, n.2, 2011.

GONZÁLEZ-CENTENO, M. R.; SIMAL, S.; FEMENIA, A.; FRAU, M.; ROSSELLÓ, C. Identification of behavior patterns of viticultural regions according to their agroclimatic fingerprint and grape characteristics. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.19, n.1, p.53-61, 2013.

GONZÁLEZ-NEVES, G.; FRANCO, J.; BARREIRO, L.; GIL, G.; MOUTOUNET, M.; CARBONNEAU, A. Varietal differentiation of Tannat, Cabernet-Sauvignon and Merlot grapes and wines according to their anthocyanic composition. **European Food Research and Technology**, v. 225, n.1, p. 111-117, 2007.

GONZÁLEZ-NEVES, G.; GIL, G.; FERRER, M.; CHARAMELO, D.; BALADO, J.; BOCHICCHIO, R.; GATTO, G.; TESSORE, A.. Prediction of the color and polyphenolic composition of the young red wines from the phenolic potential of the grapes. **International Journal of Food Science e Technology**, v.45, n.9, p. 1843-1851, 2010.

GONZÁLEZ-NEVES, G.; GIL, G.; GUZMÁN, F.; FERRER, M. Potencial polifenólico de la uva: índices propuestos y posibles aplicaciones. **Comunicata Scientiae**, v.2, n.2, p.57-69, 2011.

GRANATO, D.; KATAYAMA, F. C. U.; DE CASTRO, I. A. Phenolic composition of South American red wines classified according to their antioxidant activity, retail price and sensory quality. **Food Chemistry**, v.129, n.2, p. 366-373, 2011.

GRANDO, M. S.; MALOSSINI, U.; RONCADOR, I.; MATTIVI F. Parentage analysis and characterization of some Italian *Vitis vinifera* crosses. Proc. VIIth International Symposium on Grapevine Genetics

and Breeding. Montpellier (France) 6- 10 luglio **Acta Horticulturae**, 1998.

GREER, D. H.; HALLIGAN, E. A. Photosynthetic and fluorescence light responses for kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) leaves at different stages of development on vines grown at two different photon flux densities. **Functional Plant Biology**, v.28, n.5, p.373-382, 2001.

GREER, D. H.; WEEDON, M. Photosynthetic Light Responses in Relation to Leaf Temperature in Sun and Shade Leaves of Grapevines. **Acta Horticulturae**, v.956, p. 149-156, 2012.

GRIS, E .F.; BURIN, V. M.; BRIGHENTI, E.; VIEIRA, H. J. ; BORDIGNON-LUIZ, M. Phenology and ripening of *Vitis vinifera* grape varieties in São Joaquim, southern Brazil: a new South American wine growing region. **Ciência e Investigación Agraria**, v. 37, p. 61-75, 2010.

GRIS, E. F. **Perfil fenólico e atividade antioxidante e hipolipemiante de vinhos de variedades *Vitis vinifera* cultivadas em São Joaquim-SC-Brasil**, 2010, 179f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos -Universidade Federal de Santa Catarina), Florianópolis-SC, 2010.

GRIS, E F.; MATTIVI, F.; FERREIRA, E. A.; VRHOVSEK, U.; PEDROSA, R. C.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Proanthocyanidin profile and antioxidant capacity of Brazilian *Vitis vinifera* red wines. **Food Chemistry**, v.126, p.213–220, 2011a.

GRIS, E F.; MATTIVI, F.; FERREIRA, E. A.; VRHOVSEK, U.; WILHELM FILHO, D.; PEDROSA, R. C.; BORDIGNON-LUIZ, M T. Stilbenes and Tyrosol as Target Compounds in the Assessment of Antioxidant and Hypolipidemic Activity of *Vitis vinifera* Red Wines from Southern Brazil. **Journal Agriculture Food Chemistry**. v. 59, p.7954–7961, 2011b.

GUERRA, C. C. Maturação da uva e condução da vinificação para a elaboração de vinhos finos. **In:** Regina, M. A. (Coord.). Viticultura e enologia: atualizando conceitos, p.179-192, 2002.

- GUIDONI, S.; FERRANDINO, A.; NOVELLO, V. Effects of seasonal and agronomical practices on skin anthocyanin profile of Nebbiolo grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.59, p.22-29, 2008.
- GUILFORD, J.; PEZZUTO, J. M. Wine and health: A review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.62, p.471-486, 2011.
- HALL, A.; JONES, G.V. Spatial analysis of climate in winegrape-growing regions in Australia. **Australian Society of Viticulture and Oenology**, v. 16, p. 389-404, 2010.
- HE, F.; MU, L.; YAN, G.L.; LIANG, N.N.; PAN, Q.H.; WANG, J.; REEVES, M J.; DUAN, C.Q. Biosynthesis of anthocyanins and their regulation in colored grapes. **Molecules**, v.15, p.9057-9091, 2010.
- HECKLER, B. M. M. **Parâmetros ecofisiológicos em vinhedo de 'Niágara Rosada' sob cobertura plástica Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. 2009, 77f. Dissertação (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Porto Alegre-RS, 2009.
- HIGGINS, S. S.; LARSEN, F. E.; BENDEL, R. B.; RADAMAKER, G. K.; BASSMAN, J. H.; BIDLAK, W. R.; WIR, A. A. Comparative gas exchange characteristics of potted, glasshouse-grown almond, apple, fig, grape, olive, peach and Asian pear. **Scientia Horticulturae**, v.52, n.4, p.313-329, 1992.
- HUGLIN, P. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. **Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture**, p. 1117-1126, 1978.
- HUGLIN, P.; SCHNEIDER, C. **Biologie et Écologie de la Vigne**, Lavoisier Tec et Doc., 1998.
- HUNTER, J. J.; VISSER, J. H. The effect of partial defoliation, leaf position and developmental stage of the vine on the photosynthetic

activity of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v.9, p.9-15, 1988.

HUNTER, J.J.; BONNARDOT, V. Suitability of Some Climatic Parameters for Grapevine Cultivation in South Africa, with Focus on Key Physiological Processes **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 32, n. 1, p.137-154, 2011.

IACONO, F.; BERTAMINI, M.; SCIENZA, A.; COOMBE, B.G. Differential effects of canopy manipulation and shading of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. Leaf gas exchange, photosynthetic electron transport rate and sugar accumulation in berries. **Vitis**, v.34, n.4, p.201-206, 1995.

IBRAVIN – Instituto Brasileiro do Vinho. Disponível em: <http://www.ibravin.org.br>. Acesso em: 25 Janeiro. 2013.

INPE. **Ocorrência de El Niño**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: http://enos.cptec.inpe.br/tab_elnino.shtml. Acesso em: 06 fevereiro de 2013.

INTRIERI, C.; FILIPPETTI, I. Planting Density and Physiological Balance: Comparing Approaches to European Viticulture in the 21st Century. **Proceedings of the ASEV 50th Anniversary Annual Meeting**, Seattle, Washington. The American Society for Enology and Viticulture, p. 170–184., June 19-23, 2000.

JACKSON, D. I.; LOMBARD, P. B. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality – a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 44, n. 4, p. 409-430, 1993.

JACKSON, R. S. **Wine science: principles and applications**. 3. ed. São Diego: Elsevier, 2008. 789 p.

JOGAIAH, S.; STRIEGLER, K. R.; BERGMEIER, E.; HARRIS, J.. Influence of Cluster Exposure to Sun on Fruit Composition of ‘Norton’ Grapes (*Vitis estivalis* Michx) in Missouri. **International Journal of Fruit Science**, v.12, n.4, p.410-426, 2012.

JONES, G. V.; DAVIS, R. E. Climate Influences on Grapevine Phenology, Grape Composition, and Wine Production and Quality for Bordeaux, France. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 51, n. 3, p.249-261, 2000.

JONES, G.V.; DUCHENE, E.; TOMASI, D.; YUSTE, J.; BRASLAVKSA, O. ; SCHULTZ, H.; MARTINEZ, C.; BOSO, S.; LANGELLIER, F.; PERRUCHOT, C.; GUIMBERTEAU, G. Changes in European Winegrape Phenology and Relationships with Climate. **In**. XIV Internationales Weinbau-Symposium, Geisenheim, 2005.

JONES, G.; DUFF, A.; HALL, A.A.; MYERS, J.W. Spatial analysis of climate in winegrape growing regions in the Western United States. **American Journal of Enology and Viticulture**. v.61, p. 313-326, 2010.

KADIR, S.; ENNAHLI, S.; GRIFFIN, J.; RYER, R.; SHELTON, M. Growth, Yield, Fruit Composition of 24 Wine and Table Grape Cultivars and Selections. **International Journal of Fruit Science**. v.7, n. 2, p. 17-30, 2007.

KALLITHRAKA, S.; SALACHA, M. I.; TZOUROU, I. Changes in phenolic composition and antioxidant activity of white wine during bottle storage: accelerated browning test versus bottle storage. **Food Chemistry**, v.113, n.2, 500-505, 2009.

KENNEDY, J. A.; MATTHEWS, M. A.; WATERHOUSE, A. L. Changes in grape seed polyphenols during fruit ripening. **Phytochemistry**, v.55, n.1, 2000.

KENNEDY, J. A. Understanding berry development. **Practical Winery and Vineyard July/August**, p.14-23, 2002.

KENNEDY, J. A.; SAUCIER, C.; GLORIES, Y. Grape and wine phenolics: History and perspectives. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.57, p.239-248, 2006.

KLIEWER, W. M., L. HOWARTH, AND M. OMORI. Concentrations of tartaric acid and malic acids and their 807 salts in *Vitis vinifera* grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.18, p. 42-54, 1967.

KLIEWER, W. M.;TORRES, R. E. Effect of controlled day and night temperatures on grape coloration. **American Journal of enology and viticulture**, v.23, n.2, p.71-77, 1972.

KLIEWER, W. M. Influence of nitrogen temperature, solar radiation and on coloration and composition of emperor grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 28, n. 2, 1977.

KLIEWER, W. M.; DOKOOZLIAN, N.K. Leaf Area/Crop Weight Ratios of Grapevines: Influence on Fruit Composition and Wine Quality. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 6, n.2, p.170-181, 2005.

KONG, J.M.; CHIA, L.S.; GOH, N.K.; BROUILLARD, R. Analysis and biological activities of anthocyanins. **Phytochemistry**, v. 65, p. 923-933, 2003.

KRIEDEMANN, P. E.; KLIEWER, W. M.; HARRIS, J. M. Leaf age and photosynthesis in *Vitis vinifera* L. **Vitis**, v.9, p.97-104, 1970.

KULJANCIC, I.D.; PAPRIC, D.; KORAC, N.; BOZOVIC, P.; BORISEV, M.; MEDIC, M.; IVANISEVIC, D. Photosynthetic activity in leaves on laterals and top leaves on main shoots of Sila cultivar before grape harvest. **African Journal of Agricultural Research**, v.7, n.13, p.2072-2074, 2012.

LACHMAN, J.; SULC, M.; SCHILLA, M. Comparison of the total antioxidant status of Bohemian wines during the wine-making process. **Food Chemistry**, v.103, p.802–807, 2007.

LAMBERS, H.; CHAPIN, F. S.; PONS, T. L **Plant physiological ecology**. Springer Verlag.New Yourk, EUA, 1998.

LECAS, M.; BRILLOUET, J. M. Cell wall composition of grape berry skins. **Phytochemistry**, v.35, p.1241-1243, 1994.

LEES, D. H.; FRANCIS, F. G. Standartization of pigment analysis in cranberries. **Hortiscience**, v. 7, p.83 -84, 1972.

LEEUWEN, C.; FRIANT, P.; CHONÉ , X.; TRÉGOAT, O.; KOUNDOURAS, S.; DUBOURDIEU, D. The influence of climate, soil and cultivar on terroir. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 55, n. 3, p. 207-217, 2004.

LEEUWEN, C.; BOIS, B.; PIERI, P.; GAUDILLÈRE, J.P. Climate as a terroir component. Congress on Climate and Viticulture. **In**. Zaragoza, 2007. 14p.

LEEUWEN, C.; TREGOAT, O.; CHONÉ, X.; BOIS, B.; PERNET, D.; GAUDILLÈRE, J.P. Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes? **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v. 43, n. 3, p. 121-134, 2009.

LEMOIGNE, M.; BERTRAND, D.; JOURJON, F. Sensory and instrumental characterization of Cabernet Franc grapes according to ripening stages and growing location. **Food Quality and Preference**, v.19, p. 220-231, 2008.

LI, Z.; PAN, Q.; JIN, Z.; MU, L.; DUAN, C. Comparison on phenolic compounds in *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon wines from five wine-growing regions in China. **Food Chemistry**, v, 125, p.77-83, 2011.

LOPES, C. M.; PINTO, P. A. Estimation de la surface foliaire principale et secondaire d'un rameau de vigne. **Progrès Agricole et Viticole**, v. 117, n.7, p.160-166, 2000.

LOPES, C. M.; ANDRADE, I.; PEDROSO, V.; MARTINS, S. Modelos empíricos para estimativa da área foliar da videira na casta

Jaen. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, Dois Portos, v.19, n.2, p.61-75, 2004.

LOPES, P.; SAUCIER, C.; TEISSEDER, P. L.; GLORIES, Y. Impact of storage position on oxygen ingress through different closures into wine bottles. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 54, p. 6741-6746, 2006.

LÓPEZ-LOZANO, R.; CASTERAD, M. A. Comparison of different protocols for indirect measurement of leaf area index with ceptometers in vertically trained vineyards. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.19, n.1, p.116-122, 2013.

LORENZ, D.H.; EICHHORN, K.W.; BLEIHOLDER, H.; KLOSE, R.; MEIER, U.; WEBER, E. Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*) – codes and descriptions according to the extended BBHC scale. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 1, n. 2, p.100-103, 1995.

LUTZ, M.; JORQUERA, K.; CANCINO, B.; RUBY, R.; HENRIQUEZ, C. Phenolics and antioxidant capacity of table grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars grown in Chile. **Journal of Food Science**, v.76, n.7, p.1088-1093, 2011.

MABROUK, H.; CARBONNEAU, A. Une méthode simple de détermination de la foliaire de la vigne (*Vitis vinifera* L.). **Progrès Agricole et Viticole**, Montpellier, v.113, n.18, p.392-398, 1996.

MALAGI, G.; CITADIN, I.; SCARIOT, S.; REIS, L. Método não destrutivo para determinação da área foliar da videira, cultivar BRS-Violeta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.4, p.1250-1254, 2010.

MALHEIRO, A. C.; SANTOS, J.; FRAGA, H.; PINTO, J. G. Climate change scenarios applied to viticultural. **Climate Research**. v. 43, p. 163–177, 2010.

MALINOVSKI, L. I.; PANDOLFO, C.; WELTER, L. J.; BRIGHENTI, E.; VIEIRA, H. J.; BONIN, V.; BRIGHENTI, A. F.;

GUERRA, P. M.; SILVA, A. L. São Joaquim, a New wine region of Brazil: Climatic conditions, phenological development and quality attributes of Cabernet Sauvignon grape. (IHC 2010). **Acta Horticulturae**, v. 2, p. 724, 2010.

MALINOVSKI, L. I.; WELTER, L. J.; BRIGHENTI, A. F.; VIEIRA, H. J.; GUERRA, M. P.; DA SILVA, A. L. Highlands of Santa Catarina/Brazil: A region with high potential for wine production. ISHS. **Acta Horticulturae**, v. 931, p.433 -440, 2012a.

MALINOVSKI, L. I.; BORGHEZAN, M.; BRIGHENTI, A. F.; SILVA, T. C.; ALLEBRANDT, R.; STEFANINI, M.; PORRO, D.; SILVA, A. L. Fenologia e maturação da variedade Sangiovese (*Vitis vinifera* L.) no Planalto Catarinense, Brasil. **In:** XIII Congresso Latinoamericano de Viticultura y Enología, Santiago/Chile. Anais do XIII Congresso Latinoamericano de Viticultura y Enología, 2011.

MALINOVSKI, L. I. ; BORGHEZAN, M.; BRIGHENTI, A. F.; FERNANDES, G. V. ; PORRO, D. ; STEFANINI, M. ; SILVA, A. L. Phenology development and quality attributes of grape varieties Ancellotta, Sangiovese and Rebo (*Vitis vinifera* L.) in Água Doce/SC: A new wine region of Southern Brazil. **Actés.** IV Congrès International sur la Viticulture de Montagne et de Forte Pente, Lyon - France. p. 29-35, 2012b.

MALLOSSINI, U.; RONCADOR, I.; GRANDO, M.; MATTIVI, F.; NICOLINI, G.; DAGOSTIN, F. Rebo e altri incroci Rigotti. **Terra Trentina**, v. 45, n.1, p.13-24. 1999.

MANDELLI, F. Relações entre variáveis metereológicas, fenologia e qualidade da uva na ‘Serra Gaúcha’. 174 f., Tese (Doutorado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Porto Alegre. 2002.

MANGANI, S.; BUSCIONI, G.; COLLINA, L.; BOCCI, E.; VINCENZINI, M. Effects of Microbial Populations on Anthocyanin Profile of Sangiovese Wines Produced in Tuscany, Italy, **American Journal of Enology and Viticulture**, v.62, n.4, 2011.

MANICA, I.; POMMER, C. V. **Uva: do plantio a produção, pós-colheita e mercado**. Porto Alegre: Ed. Cinco Continentes, 185p. 2006.

MARIANI, L. Cambiamento climático e coltura della vite. **Rivista il Consenso**. v.26, n. 3. p.1-6. 2012.

MARTENS, S.; KNOTT, J.; SEITZ, C.A.; JANVARI, L.; YU, S.; FORKMAN, G. Impact of biochemical pré-studies on specific metabolic engeneering stratagies flavonoids biosynthesis in plant tissues. **Journal of Biological Engineering**, v.14, p.227-235, 2003.

MATEUS, N.; MARQUES, S.; GONCALVES, A. C.; MACHADO, J. M.; FREITAS, V. Proanthocyanidin composition of red *Vitis vinifera* varieties from the Duoro valley during ripening: influence of cultivation altitude. **American Journal of Enology and Viticulture**, n.52, p.115-121, 2001.

MATEUS, N.; MACHADO, J. M.; DE FREITAS, V. Development changes of anthocyanins in *Vitis vinifera* grapes grown in the Douro valley and concentration in respective wines. **Journal Science of Food Agriculture**, v 82, p.1689-1695, 2002.

MATEUS, N.; SILVA, A.M.S.; RIVAS-GONZALO, J.C.; SANTOS-BUELGA, C.; FREITAS, V. A new class of blue anthocyanins-derived pigments isolated from red wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, p.1919-1923, 2003.

MATHEWS, A. J. Applying Geospatial Tools and Techniques to Viticulture. **Geography Compass**, v.7, n.1, p.22-34, 2013.

MATTIVI, F. Solid phase extraction of trans-resveratrol from wines for HPLC analysis. **Zeitschrift fur lebensmittel-Untersuchung und-forschung**, v.196, p.522-525, 1993.

MATTIVI, F., RENIERO., F., KORHAMMER, S.J. Isolation characterization and evolution in red wine vinification of resveratrol monomers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 43, p.1620 -1823, 1995.

MATTIVI, F.; MALOSSINI, U.; RONCADOR, I.; NICOLINI, G. Characterization of polyphenols of Rebo (IR 107-3) wines in comparison with other Rigotti crosses and related varieties. Symposium on Grapevine Genetics and Breeding, **Acta Horticulture**, 2000.

MATTIVI F.; ZULIAN, C.; NICOLINI, G.; VALENTINI, L. Wine, biodiversity, technology, and antioxidants. **Annals of New York Academy Science**, v. 957, p.37-56, 2002.

MATTIVI, F.; GUZZON, R.; VRHOVSEK, U.; STEFANINI, M.; VELASCO, R. Metabolite Profiling of Grape: Flavonols and Anthocyanins. **Journal Agriculture Food Chemistry**. v.54, 2006.

MATTIVI, F.;VRHOVSEK, U.; MASUERO, D.; TRAINOTTI, D. Differences in the amount and structure of extractable skin and seed tannins amongst red grape varieties 2008. **Australian Journal of grape and Wine Research**, v.15, p.27-35, 2009.

MEDLYN, B.; DREYER. E.; ELLSWORTH, D.; FORSTREUTER, M.; HARLEY, P.; KIRSCHBAUM, M.; LE ROUX, X.; LOUSTAU, D.; MONTPIED, P.; STRASSEMAYER, J.; WALCROFT, A.; WANG, K. Temperature response of parameters of a biochemically-based model of photosynthesis. II. A review of experimental data. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, n.9, p.1155-1165, 2002.

MELLO, L.M.R. **Vitivinicultura Brasileira: panorama 2012**. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br>. Acesso em: 13 março 2013.

MEYER, U. **Growth stades of mono-and dicotyledonous plants: BBCH Monograph**. 2ª ed. Braunschweig: 2001, 158p.

MIELE, A. Influência do sistema de condução na evolução dos açúcares redutores e da acidez total durante a maturação da uva: relação com área foliar, radiação solar e fotossíntese. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.1, n.1, p.31-40, 1989.

MIELE, A.; RIZZON, L.A.; ZANUS, M. C. Discrimination of Brazilian red wines according to the viticultural region, varietal, and winery origin. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.30, p.268-275, 2010.

MONAGAS, K., GOMEZ-CORDOVES, C., BARTOLOME, B.; LARUREANO, O.; RICARDO DA SILVA, J. M. Monomeric, oligomeric and polymeric flavan-3-ol composition of wines and grape from *Vitis vinifera* L. cv. Graciano, Tempranillo, and Cabernet Sauvignon. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p.6475-6481, 2003.

MONAGAS, M.; SUAREZ, R.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; BARTOLOMÉ, B. Simultaneous determination of nonanthocyanin phenolic compounds in red wine by HPLC-DAD/ESI-MS. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.56, p.139-147, 2005.

MONCUR, M. W.; RATTIGAN, K.; MACKENZIE, D. H.; ANDMCINTYRE, G. N. Base temperatures for budbreak and leaf appearance of grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**.v.40, p.21–26, 1989.

MORENO, A.; CASTRO, M.; FALQUÉ, E. Evolution of trans- and cis-resveratrol content in red grapes (*Vitis vinifera* L. cv Mencía, Albarello and Merenzao) during ripening. **European Food Research and Technology**, v.227, p.667-674, 2008.

MORENO-ARRIBAS, M. V.; POLO, M. C. **Wine Chemistry and Biochemistry**. Springer Science, New York, USA, 2009.

MORI, K.; SUGAYA, S.; GEMMA, H. Decreased anthocyanin in grape berries grown under elevated night temperature condition. **Scientia Horticulturae**, v.105, n.3, p. 319-330, 2005.

MORI, K.; GOTO-YAMAMOTO, N.; KITAYAMA, M.; HASHIZUME, K. Loss of anthocyanins in red-wine grape under high temperature. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, p. 1935–1945, 2007.

- MOTA, C. S.; AMARANTE, C. V. T. D.; SANTOS, H. P. D.; ALBUQUERQUE, J. A. Disponibilidade hídrica, radiação solar e fotossíntese em videiras Cabernet Sauvignon sob cultivo protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n.2, p. 432-439, 2009.
- MOTA, R. V.; REGINA, M. DE A.; AMORIM, D. A.; FAVERO, A. C. Fatores que afetam a maturação e a qualidade da uva para vinificação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte: EPAMIG, v. 27, n. 234, p. 56-64, 2006.
- MOTA, R. V.; FAVERO, A. C.; SILVA, C.P.C.; PURGATTO, E.; SHIGA, T.M.; REGINA, M. A. Wine grape quality of grapevines grown in the cerrado ecoregion of Brazil. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**. v. 45, p. 101-109, 2011.
- MULLINS, M. G.; BOUQUET, A.; WILLIAMS, L. E. **Biology of the grapevine**. New York: University of Cambridge, 2007, 239p.
- MYBURGH, P. Effect of altitude and distance from the Atlantic Ocean on mean February temperatures in the Western Cape Coastal region, **Wynboer Technical Yearbook**, p. 49–52, 2005.
- MYERS, J. K.; WOLPERT, J. A.; HOWELL, G. S. Effect of shoot number on the leaf area and crop weight relationship of young Sangiovese grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.59, n.4, 422-424, 2008.
- NACZK, M.; SHAHIDI, F.; Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography**, v.1054, p.95-111, 2004.
- NAGATA, R. K.; SCARPARE FILHO, J. A.; KLUGE, R. A.; NOVA, N. A. V. Temperatura-base e soma térmica (graus-dia) para videiras ‘Brasil’ e ‘Benitaka’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.22, n.3, p.329-333, 2000.
- NARDINI, M.; FORTE, M.; VRHOVSEK, U.; MATTIVI, F.; VIOLA, R.; SCACCINI, C. White wine phenolics are absorbed and extensively metabolized in humans. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.57, n.7, p. 2711-2718, 2009.

OIV - Organization Internationale de la Vigne et du Vin. **Codes des caractères descriptifs des variétés et espèces de Vitis**, Office International de la Vigne et du Vin, Paris: OIV, 1990, 152 p.

OIV - Organization Internationale de la Vigne et du Vin. **Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis**, Paris: OIV, v.1, 2009, 419p.

OLIVEIRA, C.M. **Viticultura e produção de vinho**. Dossiê Técnico. Rede de Tecnologia. 2007.

OLLAT, N.; FERMAUD, M.; TANDONNET, J.P.; NEVEUX, M. Evaluation of an indirect method for leaf area index determination in the vineyard: combined effects of cultivar, year and training system. **Vitis**, Siebeldingen, v.37, p.73-78, 1998.

OLLÉ, D.; GUIRAUD, J.L.; SOUQUET, J.M.; TERRIER, N.; AGEORGES, A.; CHEYNIER, V.; VERRIES, C. Effect of pre- and post-veraison water deficit on proanthocyanidin and anthocyanin accumulation during Shiraz berry development. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.17, p.90-100, 2011.

OLMO, H.P. Grapes: *Vitis*, *Muscadinia* (Vitaceae). In: Smart, J.; Simmonds, N.W. Evolution of crop plants. Singapore: Longman Publishers, p. 485-490, 1995.

PANDOLFO, C.; MASSIGNAM, A. K.; SILVA, A. L.; HAMMES, L. A.; BRIGHENTI, E.; BONIN, V. Impacto das mudanças climáticas nas horas de frio, graus-dias e amplitude térmica do ar para a videira (*Vitis vinifera* L.) Var. Cabernet Sauvignon, no Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.16, n. 3, p.267-274, 2008.

PARKER, A. K.; CORTÁZAR-ATAURI, I. G.; VAN LEEUWEN, C.; CHUINE, I. General phenological model to characterise the timing of flowering and veraison of *Vitis vinifera* L. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.17, p. 206–216, 2011.

PASTOR DEL RIO, J. L.; KENNEDY, J. A. Development of proanthocyanidins in *Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir grapes and extraction into wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.57, n.2, p.125-132, 2006.

PETRIE, P. R.; TROUGHT, M. C. T.; HOWELL, G. S. Influence of leaf ageing, leaf area and crop load on photosynthesis, stomatal conductance and senescence of grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir) leaves. **Vitis**, v.39, n.1, p.31-36, 2000.

PETRIE, P.R.; TROUGHT, M.C.T.; HOWELL, G.S.; BUCHAN, G.D. The effect of leaf removal and canopy height on whole-vine gas exchange and fruit development of *Vitis vinifera* L. Sauvignon Blanc. **Functional Plant Biology**, n.30, p.711-717, 2003.

PIRE, R.; VALENZUELA, I. Estimación del área foliar en *Vitis vinifera* L. French Colombard a partir de mediciones lineales en las hojas. **Agronomía Tropical**, v. 45, n.1, p.143-154, 1995.

PONI, S.; INTRIERI, C.; SILVESTRONI, O. Interactions of leaf age, fruiting, and exogenous cytokinins in Sangiovese grapevines under non-irrigated conditions. I. Gas exchange. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.4, n.1, p.71-78, 1994.

PONI, S.; GIACHINO, E.; MAGNANINI, E. Fisiologia ed effetti agronomici della cimatura dei germogli. **L'Informatore Agrario**, n.19, p.81-89, 2001.

PONI, S. La potatura verde nel vigneto: aspetti fisiologici e colturali. **L'Informatore Agrario**, n.26, p.37-49, 2003.

PONI, S.; CASALINI, L.; BERNIZZONI, F.; CIVARDI, S.; INTRIERI, C. Effects of Early desfoliation on Shoot Photosynthesis, Yield Components, and Grape Composition. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.54, n.4, 2006.

PONI, S.; BERNIZZONI, F.; CIVARDI, S. The effect of early leaf removal on whole-canopy gas exchange and vine performance of *Vitis vinifera* L. 'Sangiovese'. **Vitis**, v.47, n.1, p.1-6, 2008.

PORRO, D.; MATTIVI, F.; PITACCO, A.; FACINI, O.; LORETI, S.; ROSSI, F.; IACONO, F. Microclima termico e scambi gassosi in vite: Influenza sugli aspetti qualitativi del Pinot Nero. **ATT V Giornate Scinetifiche S.O.I. Sirmione/Italia**. 2000.

POSNER, D. R. E.; KIEWER, W. M. The localization of acids, sugars, potassium and calcium in developing grape berries, **Vitis**, v.24, p. 229-240, 1985.

POUGET, R. **Recherches physiologiques sur le repos végétatif de la vigne (*Vitis vinifera* L.) la dormance des bourgeons et le mécanisme de sa disparition**. These (Dr. Sci. Nat. Bordeaux et Ann. Amel. Plantes), Bordeaux-France, 1963.

PRAJITNA, A.; DAMI, I. E.; STEINER, T. E.; FERREE, D. C.; SCHEERENS, J. C.; SCHWARTZ, S. J. Influence of cluster thinning on phenolic composition, resveratrol, and antioxidant capacity in Chambourcin wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.58, n.3, p.346-350, 2007.

QUEIROZ-VOLTAN, R. B.; PIRES, E. J. O.; POMMER, C.V. "**A videira**". In. Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, p. 37-61, 2003.

QUIJANO, M. Ecología de una conexión solar. De la adoración del sol al desarrollo vitivinícola regional. **Cultura Científica**, v.2, p.5-9, 2004.

RAUSCEDO. Vivai Cooperativi. **Catalogo Generale Vitis Rauscedo**. 2007, 136p.

REGINA, M. A. Influência dos frutos sobre a fotossíntese das folhas em *Vitis vinifera*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 7, n. 2, p. 165-169, 1995.

REYNIER, A.. **Manual de viticultura**. 5thed. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.1995.

- REYNOLDS, A. G.; VANDEN HEUVEL, J. E. Influence of Grapevine Training Systems on Vine Growth and Fruit Composition: A Review. **American Journal of Viticulture and Enology**, v.60, p. 251-268, 2009.
- RIBÉREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; DONÈCHE, B.; LONVAUD, A. **Handbook of Enology: The microbiology of Wine and Vinifications**. John Wiley Sons Ltd, West Sussex, England. Edition, vol. 1, 2006. 497p.
- RIBOLLI, F. Marzemino: la gestione del vigneto, stato dell'arte. **In** Tornata Marzemino un nobile trentino: Accademia Italiana della Vite e del Vino Rovereto (TN) : Museo di arte moderna e contemporanea di Trento e Rovereto, 2010.
- RIBOLLI, F. Marzemino: la gestione del vigneto, stato dell'arte. Tornata Marzemino un nobile trentino: **Accademia Italiana della Vite e del Vino**, Rovereto-Itália, p.23-35, 2010.
- RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para a elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia Alimento**, v. 22, n. 2, 2002.
- RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Merlot para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 156-161, 2003.
- RIZZON, L. A.; SGANZERLA, V. A. Ácidos tartárico e málico no mosto de uva em Bento Gonçalves, RS. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 911-914, 2007.
- ROBINSON, D. C. Sugar accumulation in grape berries: cloning of two putative vacuolar invertase cDNAs and their expression in grapevine tissues. **Plant Physiology**, p. 275–283, 1996.

ROBREDO, L.M.; JUNQUEIRA, B.; GONZALEZ-SANJOSÉ, M. L.; BARRON, L. J.R. Biochemical events during ripening of grapes berries. **Italian Journal of Food Science**, v.3, p.173-180, 1991.

ROMERO-PÉREZ, A. I.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M.; WATERHOUSE, A. L.; DE LA TORRE-BORONAT, M. C. Levels of *cis*- e *trans*-resveratrol and piceid isomers in rose and white *Vitis vinifera* wines.. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.44, p.2124-2128, 1996.

RONCADOR I.; MALOSSINI U.; SERAFINI F. Caratteristiche vegeto-produttive di alcuni incroci di *Vitis vinifera* L. ("Rigotti") ottenuti e coltivati a S. Michele all'Adige Esperienze e Ricerche 1990-1991, **Nuova Serie**, S. Michele all'Adige, v.XX, p.123-134, 1992.

ROSIER, J. P.; BRIGUENTI, E.; SCHUCK, E; BONIN, V. Comportamento da variedade Cabernet Sauvignon cultivada em vinhedos de altitude em São Joaquim - SC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8., 2004, Florianópolis. **Anais...2004**.

ROSSETTO M.; VANZANI P.; ZENNARO L.; MATTIVI F.; VRHOVSEK U.; SCARPA M.; RIGO A. Stable free radicals and peroxy radical trapping capacity in red wines. **J Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.52, p.6151-6855, 2004.

RUSJAN, D.; VEBERIC, R.; MIKULIC-PETKOVSEK, M. The response of phenolic compounds in grapes of the variety 'Chardonnay' (*Vitis vinifera* L.) to the infection by phytoplasma Bois noir. **European journal of plant pathology**, 1-10, 2012.

SADRAS, V. O.; MORAN, M. A. Nonlinear effects of elevated temperature on grapevine phenology. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 173, p. 107-115, 2012.

SANCHEZ-DE-MIGUEL, P.; JUNQUERA, P.; FUENTE, M.; JIMENEZ, L.; LINARES, R.; BAEZA, P.; LISSARRAGUE, J.R.

Estimation of vineyard leaf area by linear regression. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 9, n.1, p. 202-212, 2011.

SANNA, G.; LEDDA, S.; MANCA, G.; FRANCO, M. A. Characterization of the content of antioxidant substances in the wines of Sardinia. **Journal of Commodity Science, Technology and Quality**, v.47, p. 5-25, 2008.

SANTESTEBAN, L.G.; ROYO, J.B. Water status, leaf area and fruit load influence on berry weight and sugar accumulation of cv. 'Tempranillo' under semiarid conditions. **Scientia horticulturae**, v.109, p.60-65, 2006.

SANTOS, M. C.; NUNES, C.; SARAIVA, J. A.; COIMBRA, M. A.. Chemical and physical methodologies for the replacement/reduction of sulfur dioxide use during winemaking: review of their potentialities and limitations. **European Food Research and Technology**, p.1-12, 2012.

SANTOS-BUELGA, C.; GONZÁLEZ-MANZANO, S. Relação Entre Vinho e Saúde. Uma Questão de Moderação?. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, v.26, n.1, p.33-44, 2011.

SAONA-RODRIGUEZ, L. E.; GIUSTI, M., M. WROLSTAD, R. E. Anthocyanin pigment composition of red-fleshed potatoes. **Journal of Food Science**, v.63, p.458- 465, 1998.

SCAGLIONE, G., PASUQARELLA, C., ROTUNDO, A., MARONE, E., NADAL, M. Aspetti qualitativi della vendemmia meccanica in tre siti dell'Italia Meridionale. **In. V Simposio Di Risultati di un triennio di attività sperimentale e divulgativa**, Potenza/Italia, Novembre, 2001.

SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. **Journal of Nutrition**, v.130, p. 2073-2085, 2000.

SCHALKWYK, H.; ARCHER, E. Determining optimum ripeness in winegrapes. **Wynboer**, 2000.

SCHNEIDER, R.; RAZUNGLES, A.; CHARRIER, F.; BAUMES, R. Effect du site, del la maturité et de l'éclairement des grapes sur la composition aromatique des baies de *Vitis vinifera* L. Cv. Melon B. Dans le vignoble du muscadet. **Bulletin de l'OIV**, p.270-282, 2002.

SCHULTZ, H. R.; PIERI, P.; PONI, S.; Lebon, E. The eco-physiology of grapevine canopy systems – learning from models. **In: International Symposium: Recent Advances in Grapevine Canopy Management**. Davies/CA, 2009, 9p.

SCHULTZ, H. R.; STOLL, M. Some critical issues in environmental physiology of grapevines: future challenges and current limitation. **Australian Journal of Grape and Wine**. v. 16, p. 4-24, 2010.

SHARKEY, T.D. Photosynthesis in intacts leaves of C3 plants: physics, physiology and rate limitations. **The Botanical Review**, 51:53-105, 1985.

SHELLIE, K. C. Viticultural performance of red and white wine grape cultivars in southwestern Idaho. **Hort Technology**, v.17, n.4, p.595-603, 2007.

SHEPHERD, G.J. FITOPAC 2: **Manual do usuário**. Campinas: UNICAMP, 2010. 91p.

SIEBKE, K.; GHANNOUM, O.; CONROY, J. P.; CAEMMERER, S. V. Elevated CO₂ increases the leaf temperature of two glasshouse-grown C₄ grasses. **Functional Plant Biology**, v.29, n. 12, p. 1377-1385, 2002.

SIEMANN, E. H.; CREASY, L. L. Concentration of the phytoalexin resveratrol in wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.43, n. 1, p. 49-52, 1992.

SILVA, A. L.; BORGHEZAN, M.; VIEIRA, H. J. Comportamento fisiológico da videira (*Vitis vinifera* L.) Cabernet Sauvignon' no Planalto Catarinense, com destaque ao “terroir” de São Joaquim, SC. **In: Seminário Nacional Sobre Fruticultura de Clima Temperado**, 2008.

SILVA, F. N.; DOS ANJOS, F. S.; CALDAS, N. V.; POLLNOW, G. E. Desafios à institucionalização das indicações geográficas no Brasil. **DRd-Desenvolvimento Regional em debate**, v.2, n.2, p.31-44, 2012.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Colormetry of total phenolics with phosphomolibdic- phosphotungstic acid reagent. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, p. 144-158, 1965.

SOMERS, T. C.; EVANS, M. E. Evolution of red wines I. Ambient influences on colour composition during early maturation. **Vitis**, v.25, p.31-39, 1986.

SOMKUWAR, R. G.; TAWARE, P. B.; BONDAGE, D. D.; NAWALE, S. Influence of shoot density on leaf area, yield and quality of Tas-A-Ganesh grapes (*Vitis vinifera* L.) grafted on Dog Ridge rootstock. **Journal of Plant Science**, v. 3, n. 5, pp. 94-99 2012.

SOMMER, K.J.; LANG, A.R.G. Comparative analysis of two indirect methods of measuring LAI as applied to minimal and spur pruned grapes vines. **Australian Journal Plant Physiologic**, Melbourne, v.21, p.197-206, 1994.

SOOBRAATTEE, M. A.; NEERGHEEN, V. S; LUXIMON- RAMMA, A.; ARUOMA, O. I.; BAHORUN, T. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions. **Mutation Research**, v. 579, n.1, 2005.

SOUZA, A.; KREUZ, C. L.; MOTTA, C. S. Análise de empreendimentos florestais (Pínus) como alternativa de renda para o produtor rural na região dos Campos de Palmas. **Organizações Rurais Agroindustriais**, v.6, n.1, 2004.

SOUZA, J. S. I. **Uvas para o Brasil**. Piracicaba: FEALQ, 1996. 791p.

SOUZA, J. S. I.; MARTINS, F. P. **Viticultura brasileira**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 368p.

SPACIL, Z.; NOVAKOVA, L.; SOLIDH, P. Analysis of phenolic compounds by high performance liquid chromatography. **Talanta**, v.76, p.189-199, 2008.

SPARACIO, A.; CAPRARO, F.; DI BERNARDI, D.; PRINZIVALLI, L.; GENNA, G.; FINA, B.; SPARLA S.; MELIA, V. Vitigni nazionali interessanti per il territorio italiano: risultati della sperimentazione in Sicilia. **Atti**. “La valorizzazione dei vitigni italiani di qualità”, Siena 1 Giugno, 2000.

SPAYD, S. E.; TARARA, J. M.; MEE, D. L.; FERGUSON, J. C. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.53, n.3, p.171-182, 2002.

STATSOFT, INC. **Statistica (data analysis software system)**, version 7. 2007.

STEFANINI, M.; IACONO, F.; COLUGNATI, G.; BREGANT, F.; CRESPIAN, G. Adaptation of some Cabernet-Sauvignon clones to the environmental conditions of North-Eastern Italian growing areas. VII Int. Symp. on grape genetics and breeding. ISHS. **Acta Horticulturae**, v.528, p. 779-784, 2000.

STERVBO, U.; VANG, O.; BONNESEN, C. A review of the content of the putative chemopreventive phytoalexin resveratrol in red wine. **Food Chemistry**, v.101, p.449-457, 2007.

STINES, A.; GRUBB, P.; GOCKOWIAK, J.; HENSCHKE, H.; HOJ, P.A.; VAN HEESWIJCK, P. B. Proline and arginine accumulation in developing berries of *Vitis vinifera* in Australian vineyards: influence of vine cultivar, berry maturity and tissue type. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.6, p.150-158, 2000.

TAO, Y.; GARCÍA, J. F.; SUN, D. W. Advances in Wine Ageing Technologies for Enhancing Wine Quality and Accelerating Wine Ageing Process. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 2013.

TARARA, J.M.; LEE, J.; SPAYD, S.E.; SCAGEL, C. F. Berry temperature and solar radiation alter acylation, proportion, and concentration of anthocyanin in Merlot grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**. v.59, p.235-247, 2008.

TASSONI, A.; TANGO, N.; FERRI, M.. Comparison of biogenic amine and polyphenol profiles of grape berries and wines obtained following conventional, organic and biodynamic agricultural and oenological practices. **Food Chemistry**. 2013.

TEISSECRE, P.L.; LANDRAULT, N. Wine phenolics: contribution to dietary intake and bioavailability. **Food Research Internacional**, v.33, p.461-467, 2000.

TIAN, R. R.; PAN, Q. H.; ZHAN, J. C.; LI, J. M.; WAN, S. B.; ZHANG, Q. H.; HUANG, W. D., Comparison of phenolic acids and flavan-3-ols during wine fermentation of grapes with different harvest times. **Molecules**, v.14, n.2, p.827-838, 2009.

TOMASI, D.; JONES, G.V.; GIUST, M.; LOVAT, L.; GAIOTTI, F. Grapevine Phenology and Climate Change: Relationships and Trends in the Veneto Region of Italy for 1964–2009. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 63, p.329-339, 2011.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. Análise mundial do clima das regiões vitícolas e de sua influência sobre a tipicidade dos vinhos: a posição da viticultura brasileira comparada 94 a 100 regiões em 30 países. In: Congresso brasileiro de viticultura e enologia. Bento Gonçalves-RS, Embrapa Uva e Vinho, **Anais...** 1999.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.124, n.1, p.81-97, 2004.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F. **Uvas viníferas para processamento em região de clima temperado**. EMBRAPA uva e vinho. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/UvasViniferasRegioesClimaTemperado/clima.htm>>. Acessado em fevereiro de 2013.

UBALDE, J. M.; SORT, X.; ZAYAS, A.; POCH, R. M. Effects of Soil and Climatic Conditions on Grape Ripening and Wine Quality of Cabernet Sauvignon. **Journal of Wine Research**, v.21, n.1, p.1-17, 2010.

UVIBRA – **União Brasileira de Viticultura**. Disponível em: http://www.uvibra.com.br/dados_estatisticos. Acessado em: 25 Janeiro. 2013.

VALENTE, M. E. R.; PEREZ, R.; RAMOS, A. M.; CHAVES, J. B. P. Indicação geográfica de alimentos e bebidas no Brasil e na União Européia. **Ciência Rural**, p.42, n.3, p. 551-558, 2012.

VASCONCELOS, M. C.; GREVEN, M.; WINEFIELD, C. S.; TROUGHT, M. C.T.; RAW, V. The Flowering Process of *Vitis vinifera* : A Review. **American Journal of Enology and Viticulture**. v.60, n. 4, p. 411-434, 2009.

VELÁZQUEZ-MARTÍ, B.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, E.; LÓPEZ-CORTES, I.; SALAZAR-HERNÁNDEZ, D. M. Quantification of the residual biomass obtained from pruning of vineyards in Mediterranean area. **Biomass and Bioenergy**, v.3, n.8, p.3453-3464, 2011.

VIEIRA, H. J.; BACK, A. J.; SILVA, A. L.; PEREIRA, E. S. Comparação da disponibilidade de radiação solar global e fotoperíodo entre as regiões vinícolas de Campo Belo do Sul-sc, Brasil e Pech Rouge, França. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 33, n. 4, p.1055-1065, 2011.

VILLAÑO, D.; FERNÁNDEZ-PACHÓN, M. S.; TRONCOSO, A. M.; GARCÍA-PARRILLA, M. C. The antioxidant activity of wines determined by the ABTS method: influence of sample dilution and time. **Talanta**, v. 64, p. 501-509, 2004.

VILLERS, A.; MAJEK, P.; LYNEN, F.; CROUCH, A. LAUER, P. SANDRA, P. Classification of South African red and white wines according to grape variety based on the non-coloured phenolic

content. **European Food Research and Technology**, v.22, n.3, p.520-528, 2005.

VITIS – **International Variety Catalogue**. Disponível em:<www.vivc.de> Acessado em Janeiro de 2013

VITRAC, X.; BORNET, A.; VANDERLINDE, R.; VALLS, J.; RICHARD, T.; DELAUNAY, J.C.; MERILLON, J.M.; TEISSEDE, P.L. Determination of stilbenes (delta-viniferin, trans-astringin, trans-piceid, cis- and trans-resveratrol, epsilon-viniferin) in Brazilian wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.5664–5669, 2005.

VOGT, T.; POLLAK, P.; TARYLN, N.; TAYLOR, L.P. Pollinationor wound-induced kaempferol accumulation in petunia stigmas enhances seed production. **Plant Cell**, v.6, p.11-23, 1994.

VRCEK, I. V.; BOJIC, M.; ZUNTAR, I.; MENDAS, G.; MEDIC-SARIC, M.. Phenol content, antioxidant activity and metal composition of Croatian wines deriving from organically and conventionally grown grapes. **Food Chemistry**, v.124, n.1, p.354-361, 2011.

VRHOVSEK, U. Extraction of hidroxycinnamoyl tartaric acids from berries of different grapes varieties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, p.4203-4208, 1998.

VRHOVSEK, U.; RIGO, A.; TONON, D.; MATTIVI, F. Quantitation of polyphenols in different apple varieties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, p.6532-6538, 2004.

WATSON, B. Evolution of grapewine maturity. In: Hellman, E. W. (Ed). **Oregon viticulture**. Corvallis, Oregon: Oregon State University Press, p. 235-245, 2003.

WINKLER, A. J.; COOK, J. A.; KLIEWER, W. M.; LIDER, L. A. **General viticulture**. Berkeley: University of California, 1974. 710pp.

Yañez, J. A.; REMSBERG, C. M.; TAKEMOTO, J. K.; VEGA-VILLA, K. R.; ANDREWS, P. K.; SAYRE, C. L.; DAVIES, N. M. Polyphenols and Flavonoids: An Overview. **Flavonoid Pharmacokinetics: Methods of Analysis, Preclinical and Clinical Pharmacokinetics, Safety, and Toxicology**, v.1, p.1-69, 2013.

ZAFRILLA, P.; MORILLAS, J.; MULERO, J.; CAYUELA, J. M.; MARTÍNEZ-CACHÁ, A.; PARDO, F.; NICOLÁS, J. M. L. Changes during storage in conventional and ecological wine: phenolic content and antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, p.4694-4700, 2003.

ZOECKLEIN, B.W.; FUGELSANG, K.C.; GUMP, B.H.; NURY, F.S. **Wine analysis and production**. The Chapman e Hall Enology Library. International Thompson Publishing, 1995.

APÊNDICES

APÊNDICE A

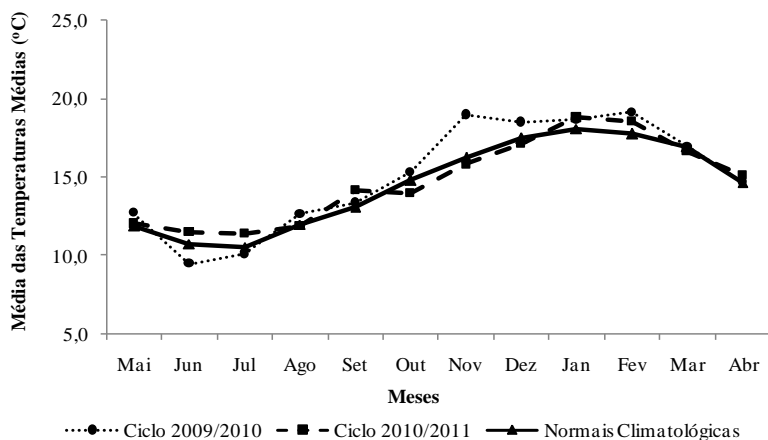
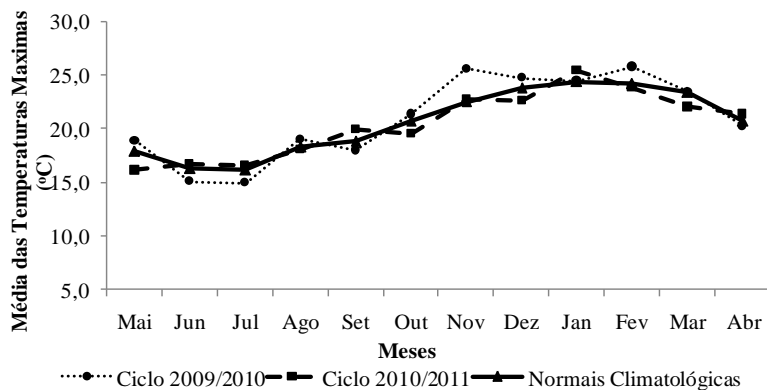
Localização das estações meteorológicas da EPAGRI/CIRAM.

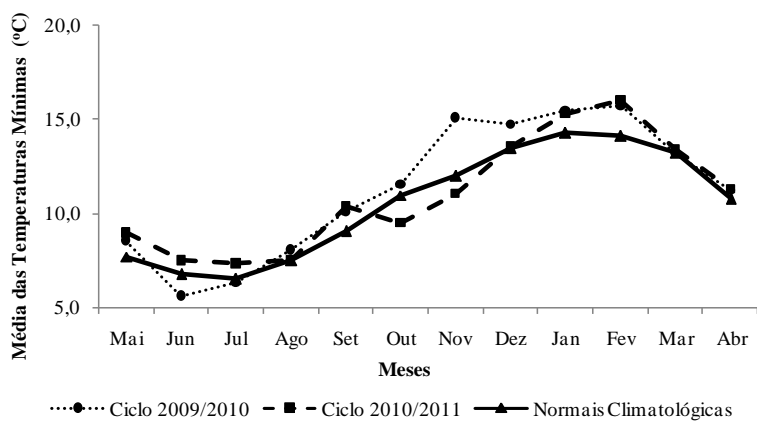


	Estação Meteorológica de Caçador-SC	Estação Meteorológica de Água Doce - SC
Altitude	960 metros	1329 metros
Latitude	26° 49' 10"	26° 43' 04"
Longitude	50° 59' 09"	51° 30' 20"
Fonte: Epagri/CIRAM		

APÊNDICE B

Médias mensais da temperatura máxima, média e mínima do ar (°C), das normais climatológicas (1961 a 2011) e dos ciclos 2009/10, 2010/11, da região de Campos de Palmas em Água Doce-SC.





APÊNDICE C

Parâmetros climáticos, correspondente aos ciclos 2009/10 e 2010/11, e as normais climatológicas (NC), durante o período de brotação e colheita da uva das 12 variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) avaliadas, da região de Campos de Palmas em Água Doce-SC.

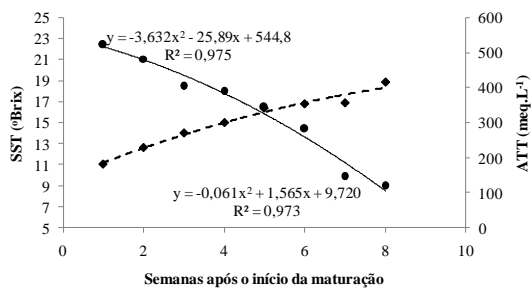
Fases Fenológicas	Ciclo	Duração (dias)	Parâmetros Climáticos								Insolação (horas)
			T max. (°C)	T min. (°C)	T med. (°C)	Ampli. (°C)	UR (%)	Precip. (mm)	Nº dias Chuva	% dias de chuva	
Brotação/ Floração	2009/2010	64	21,3	11,7	15,5	9,5	76,8	387	22	34	333
	2010/2011	54	20,8	10,9	15	10,1	71,7	196	17	31	376
	NC	59	20,7	10,7	14,8	9,8	74,6	351	15	26	328
Floração/ Maturação	2009/2010	78	24,9	15,2	18,8	9,7	77,7	458	30	38	426
	2010/2011	84	23,6	14,4	17,9	9,6	80,6	675	49	58	439
	NC	81	24,0	13,6	17,6	10,3	74,3	414	16	20	494
Maturação/ Colheita	2009/2010	63	23,8	14	17,5	9,9	78,9	394	25	40	363
	2010/2011	49	22,5	14,2	17,3	8,2	83,9	336	22	45	213
	NC	56	23,5	13,4	17,1	10,1	78,2	290	16	29	344
Brotação/ Colheita	2009/2010	205	23,3	13,6	17,3	9,7	77,8	1240	77	38	1122
	2010/2011	187	22,4	13,1	16,7	9,3	78,7	1207	88	47	1028
	NC	196	22,7	12,6	16,5	10,1	75,7	1053	47	24	1166

Médias das temperaturas máximas (T máx.), médias (T méd) e mínimas (T mín); amplitude térmica (Ampli.), umidade relativa do ar (RU), precipitação (Precip.)

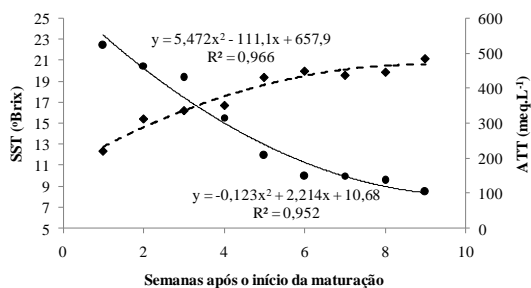
APÊNDICE D

Evolução da maturação a colheita dos sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$) e acidez total titulável (meq.L^{-1}) da videira (*Vitis vinifera* L.), das variedades: Aglianico, Ancellotta, Lambrusco, Malvasia Nera, Negro Amaro, Nero D'Avola, Primitivo, Sangiovese, Rebo, Fiano, Garganega e Vermentino, na maturação do ciclo 2009/10, produzidas na região de Campos de Palmas em Água Doce-SC.

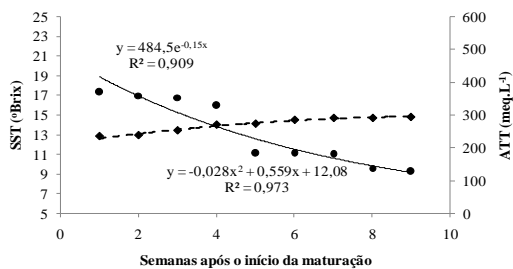
AGLIANICO



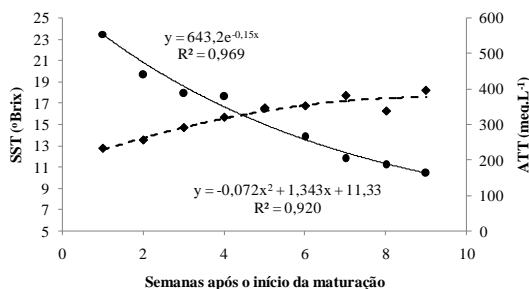
ANCELOTTA



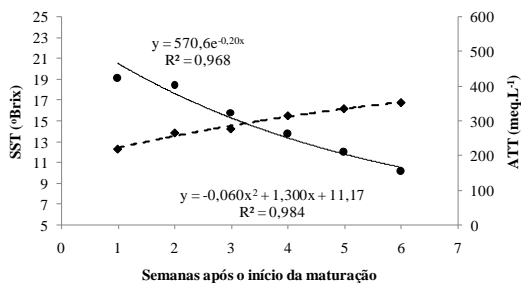
LAMBRUSCO



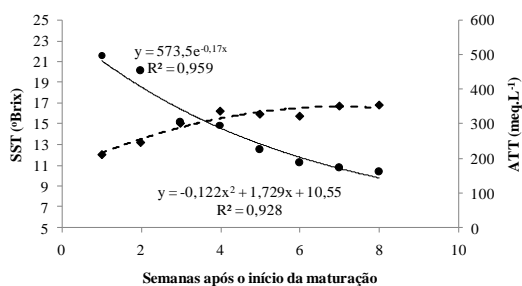
MALVASIA NERA



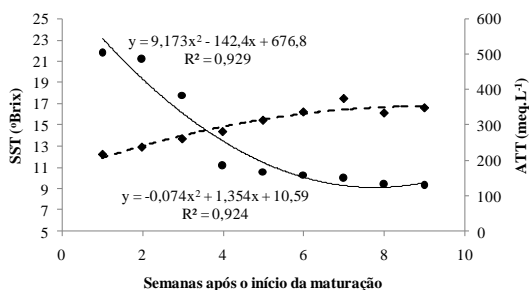
NEGRO AMARO



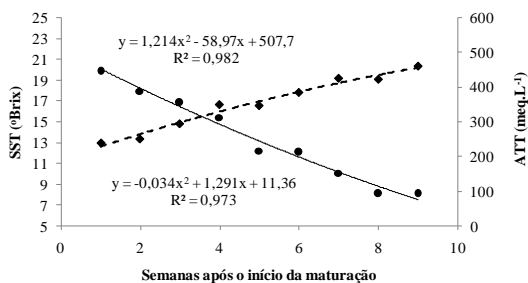
NERO D'ÀVOLA



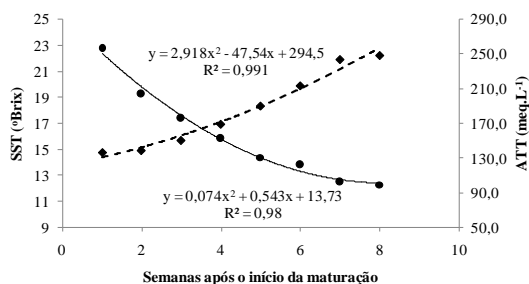
PRIMITIVO



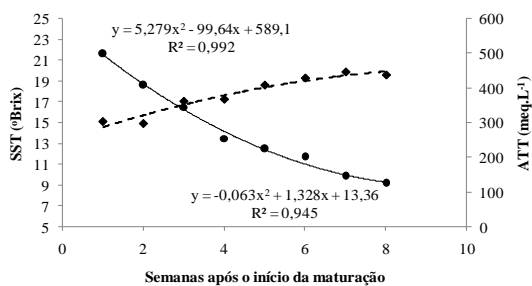
SANGIOVESE



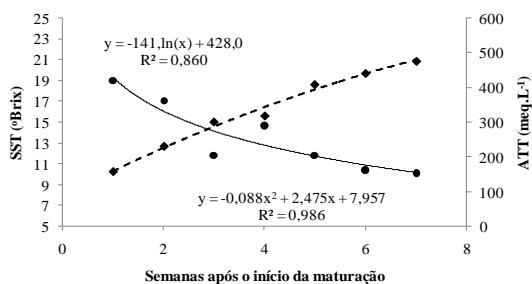
REBO



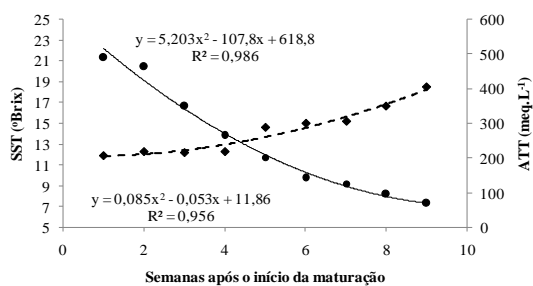
FIANO



GARGANEGA



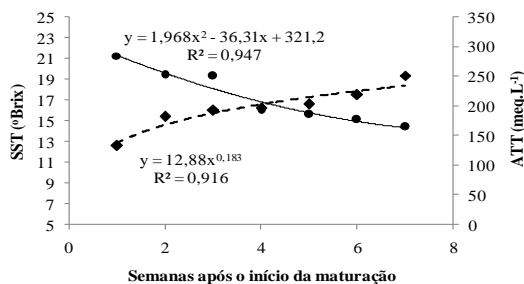
VERMENTINO



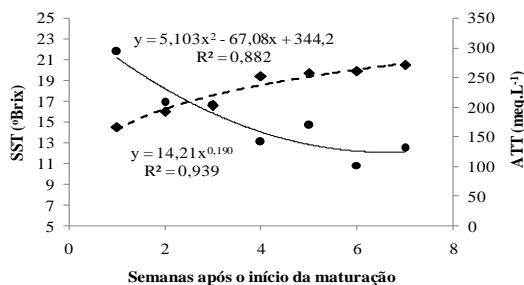
APÊNDICE E

Evolução da maturação a colheita dos sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$) e acidez total titulável (meq.L^{-1}) da videira (*Vitis vinifera* L), das variedades: Aglianico, Ancellotta, Lambrusco, Malvasia Nera, Negro Amaro, Nero D'Avola, Primitivo, Sangiovese, Rebo, Fiano, Garganega e Vermentino, na maturação do ciclo 2010/11, produzidas na região de Campos de Palmas em Água Doce-SC.

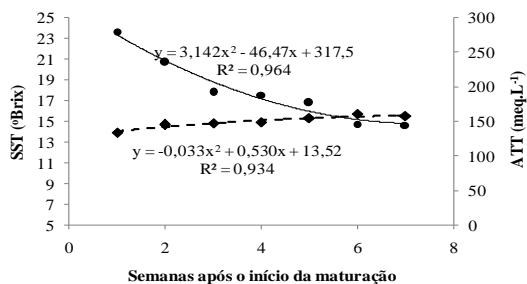
AGLIANICO



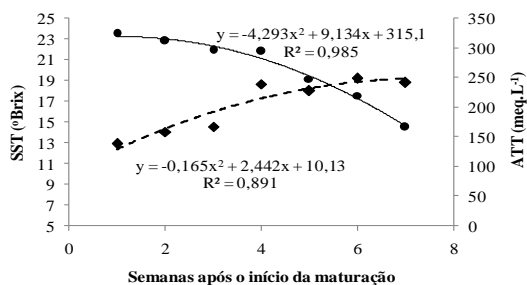
ANCELOTTA



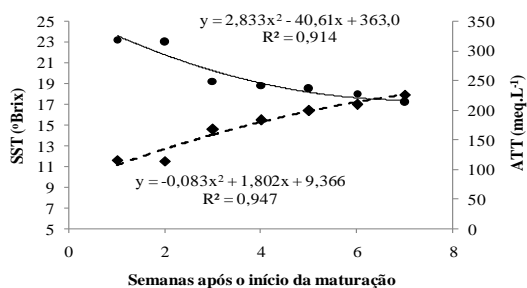
LAMBRUSCO



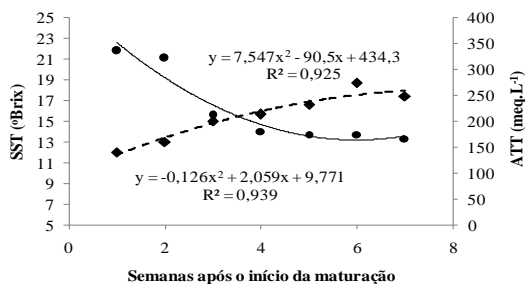
MALVASIA NERA



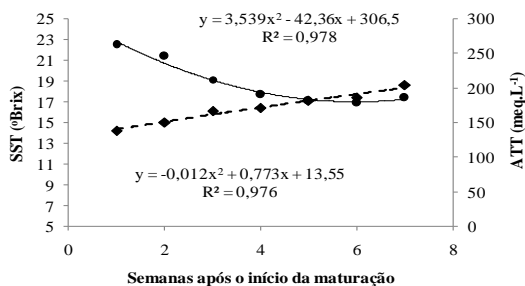
NEGRO AMARO



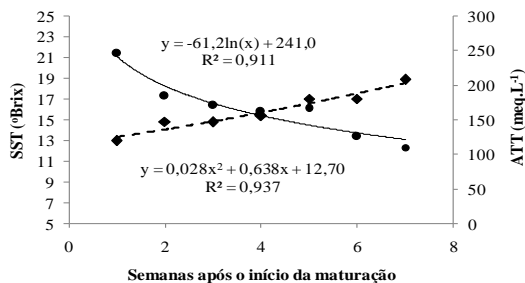
NERO D'AVOLA



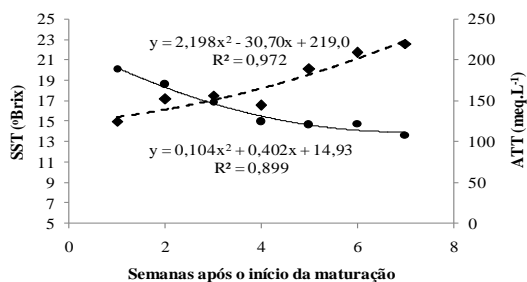
PRIMITIVO



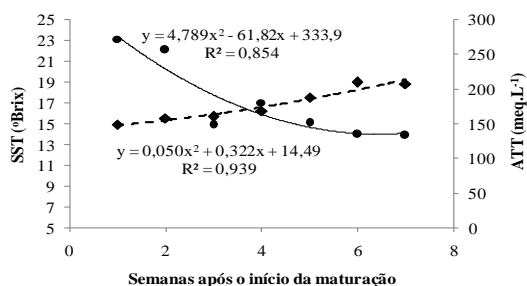
SANGIOVESE



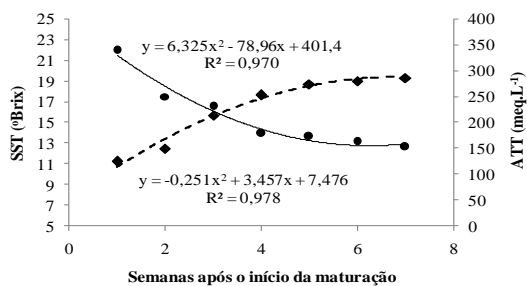
REBO

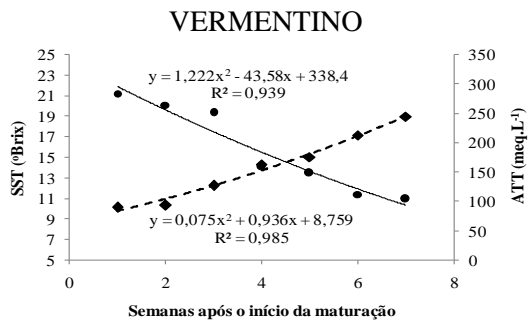


FIANO



GARGANEGA





ANEXOS

ANEXO A

Mapa político da Itália.









Fonte: <http://www.egm.it/comuni/italiamappata.html>

ANEXO B

Local de produção na Itália das variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) acompanhadas no presente estudo.

VARIEDADES	LOCAL DE PRODUÇÃO
AGLIANICO	
ANCELOTTA	
LAMBRUSCO	

VARIEDADES	LOCAL DE PRODUÇÃO
PRIMITIVO	
REBO	
SANGIOVESE	

VARIEDADES	LOCAL DE PRODUÇÃO
FIANO	
GARGANEGA	
VERMENTINO	

Fonte: (CALÒ; SCIENZA; COSTACURTA, 2006).

ANEXO C

Análise de Solo do vinhedo de Água Doce – SC

Parâmetro	Unidade	Profundidade	
		0-20	20-40
pH - H₂O (1:1)	x	7,1	6,7
Índice SMP	x	6,6	6,2
Ca	cmolc/dm ³	14,4	10,9
Mg		5,2	4,8
Al		0,0	0,0
H+Al		2,2	3,5
CTC efetiva		19,6	15,8
M.O.	%	3,6	2,6
C.O.		2,1	1,5
Argila		70,0	79,0
P Mehlich	mg/dm ³	1,2	1,1
Na		7,0	6,0
K		15,0	27,0
Cu Mehlich		4,3	5,2
Zn Mehlich		1,4	1,0
Fe Mehlich		96,7	107,6
Mn		5,6	8,2

ANEXO D

Características Climáticas de algumas zonas vitícolas italianas e de Água Doce - SC. Temperaturas mensais mínimas (mín), máximas (máx), médias (méd), e os extremos (extr.), precipitação (precip.) e dias de chuvas (n).

TRENTO/IT (46°4' N; 11°7' W)								
TEMPERATURA MENSAL								
MÉS	MIN		MAX		MED	PRECIP	DIAS DE CHUVA	
	MED	ESTR	MED	ESTR				
1	-1,8	-9,4	5,1	10,4	1,6	58	5	
2	0,0	-6,4	7,9	13,2	4,0	45	5	
3	3,6	-2,0	12,8	19,4	8,2	74	8	
4	7,1	2,0	17,3	23,6	12,2	68	7	
5	10,7	5,4	21,2	27,2	16,0	106	11	
6	14,4	9,2	25,5	30,6	19,9	96	10	
7	16,6	11,0	28,2	33,4	22,4	76	8	
8	16,1	10,6	27,0	32,4	21,6	94	9	
9	13,1	7,2	23,0	28,6	18,1	79	6	
10	7,8	1,6	16,5	22,4	12,1	83	6	
11	3,0	-3,0	9,9	15,4	6,5	107	8	
12	-0,9	-7,4	5,8	10,8	2,4	59	5	
ANO	7,5	-9,4	16,7	33,4	12,1	945	88	

EMILIA-ROMAGNA/IT (44°42' N; 10°38' W)								
TEMPERATURA MENSAL								
MÉS	MIN		MAX		MED	PRECIP	DIAS DE CHUVA	
	MED	ESTR	MED	ESTR				
1	-1,6	-10,0	4,2	10,4	1,3	47	6	
2	0,1	-7,4	7,2	14,5	3,7	45	6	
3	4,2	-2,0	12,8	20,0	8,5	58	7	
4	8,1	2,5	17,2	23,6	12,6	73	8	
5	12,3	6,5	22,3	29,0	17,3	71	8	
6	16,2	11,0	26,8	32,8	21,5	57	6	
7	18,5	13,5	29,6	35,0	24,0	35	4	
8	18,1	13,0	28,8	34,0	23,4	39	4	
9	14,7	9,2	24,2	30,4	19,5	57	6	
10	10,0	3,0	17,5	24,0	13,7	84	8	
11	4,9	-2,2	10,5	17,0	7,7	77	8	
12	0,4	-7,0	5,5	11,8	2,9	57	7	
ANO	8,8	-10,0	17,2	35,0	13,0	700	78	

VENEZIA/IT (45°25' N; 12°19' W)								
TEMPERATURA MENSAL								
MÉS	MIN		MAX		MED	PRECIP	DIAS DE CHUVA	
	MED	ESTR	MED	ESTR				
1	1,1	-5,0	6,4	11,5	3,7	59	7	
2	2,4	-3,0	8,5	14,2	5,4	46	6	
3	5,9	0,0	12,1	18,7	9,0	61	7	
4	9,7	4,7	16,2	22,4	12,9	64	8	
5	13,9	9,0	20,6	25,8	17,3	73	9	
6	17,8	12,5	24,7	30,0	21,3	70	7	
7	20,3	15,2	27,8	32,5	24,0	53	5	
8	20,1	15,2	27,5	32,0	23,8	76	6	
9	16,5	11,0	23,8	28,6	20,2	62	6	
10	11,3	5,6	18,3	23,7	14,8	67	6	
11	6,2	0,7	11,7	17,5	9,0	79	8	
12	1,9	-3,0	7,2	12,0	4,6	61	7	
ANO	10,6	-5,0	17,1	32,5	13,8	771	82	

FIRENZE/IT (43°48' N; 11°12' W)								
TEMPERATURA MENSAL								
MÉS	MIN		MAX		MED	PRECIP	DIAS DE CHUVA	
	MED	ESTR	MED	ESTR				
1	1,4	-7,0	10,2	16,2	5,8	71	9	
2	2,4	-5,2	11,9	18,1	7,2	72	8	
3	4,7	-3,0	15,1	22,0	9,9	84	8	
4	7,5	1,2	18,8	25,5	13,1	78	9	
5	11,3	5,9	23,5	30,2	17,4	74	8	
6	14,7	9,8	27,4	33,5	21,1	53	6	
7	17,2	12,4	31,1	36,8	24,1	38	4	
8	17,0	11,8	30,8	37,0	23,9	61	5	
9	14,2	8,0	26,7	32,7	20,4	78	6	
10	9,9	2,0	20,9	27,4	15,4	107	8	
11	5,4	-3,4	14,7	20,8	10,0	113	10	
12	2,5	-5,6	10,6	16,6	6,5	96	9	
ANO	9,0	-7,0	20,1	37,0	14,6	925	90	

Fonte: http://www.vallemuricana.it/dati_storici.html

SARDEGNA/IT (39°13' N; 9°9' W)								
TEMPERATURA MENSAL								
MÊS	MIN		MAX		MED	PRECIP	DIAS DE CHUVA	
	MED	ESTR	MED	ESTR				
1	6,6	1,3	13,9	18,2	10,2	60	8	
2	7,0	1,4	14,7	18,8	10,8	54	7	
3	8,3	3,3	16,6	21,2	12,5	61	7	
4	10,4	6,0	19,3	24,2	14,8	45	6	
5	13,4	8,7	23,2	29,0	18,3	43	5	
6	17,1	12,6	27,4	33,0	22,2	19	2	
7	19,8	15,5	30,5	35,5	25,1	3	0	
8	20,2	16,1	30,3	35,0	25,3	7	1	
9	18,3	13,5	27,4	31,9	22,9	40	3	
10	14,9	9,3	23,2	28,0	19,0	77	6	
11	11,1	5,2	18,8	23,2	14,9	74	8	
12	7,9	2,5	15,1	19,6	11,5	82	9	
ANO	12,9	1,3	21,7	35,5	17,3	565	62	

PUGLIA/IT (40°39' N; 17°57' W)								
TEMPERATURA MENSAL								
MÊS	MIN		MAX		MED	PRECIP	DIAS DE CHUVA	
	MED	ESTR	MED	ESTR				
1	6,3	0,6	12,8	17,6	9,6	73	9	
2	6,5	1,0	13,3	18,5	9,9	68	8	
3	7,8	1,8	15,1	21,0	11,5	73	8	
4	10,0	5,2	18,1	24,0	14,1	42	6	
5	13,7	9,0	22,1	29,2	17,9	31	4	
6	17,6	13,0	26,1	32,6	21,9	19	3	
7	20,4	16,0	28,6	35,2	24,5	16	2	
8	20,7	16,4	28,9	34,8	24,8	24	2	
9	18,1	13,0	26,1	31,2	22,1	44	4	
10	14,7	9,0	21,7	27,0	18,2	72	6	
11	10,7	4,6	17,5	22,6	14,1	78	8	
12	7,8	2,0	14,2	18,7	11,0	71	9	
ANO	12,9	0,6	20,4	35,2	16,6	611	69	

Fonte: http://www.vallemuricana.it/dati_storici.html

AGUA DOCE/SC (26°43' S; 51°30' W)								
TEMPERATURA MENSAL								
MÊS	MIN		MAX		MED	PRECIP	DIAS DE CHUVA	
	MED	ESTR	MED	ESTR				
1	14,3	4,6	24,4	32,6	18,1	168,1	17	
2	14,1	1,3	24,2	31,0	17,8	156,5	17	
3	13,2	1,3	23,4	31,2	17,0	131,3	13	
4	10,7	-1,2	20,7	27,9	14,7	100,9	10	
5	7,7	-3,5	17,9	26,6	11,9	122,1	9	
6	6,7	-5,2	16,3	25,8	10,8	115,8	10	
7	6,5	-4,5	16,2	25,4	10,6	98,7	9	
8	7,5	-7,3	18,3	29,1	12,0	108,9	9	
9	9,1	-4,5	18,8	29,9	13,1	155,6	14	
10	11,0	-0,4	20,7	29,9	14,8	192,7	15	
11	12,0	-0,2	22,5	33,7	16,2	138,3	13	
12	13,4	1,3	23,8	31,8	17,5	146,6	15	
ANO	10,5	-7,3	20,6	33,7	14,5	1635	152	

Fonte: Epagri/CIRAM.

